This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

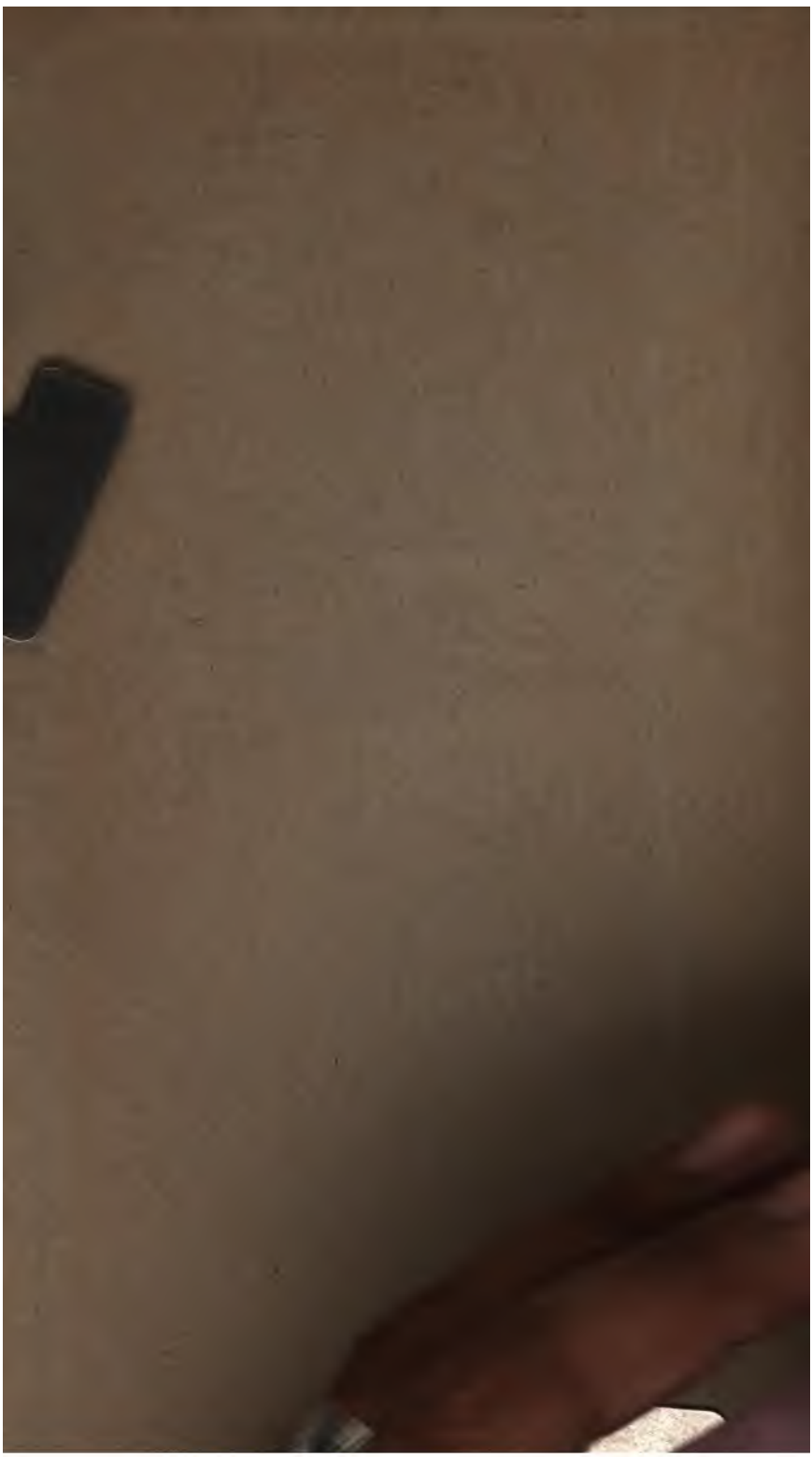
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

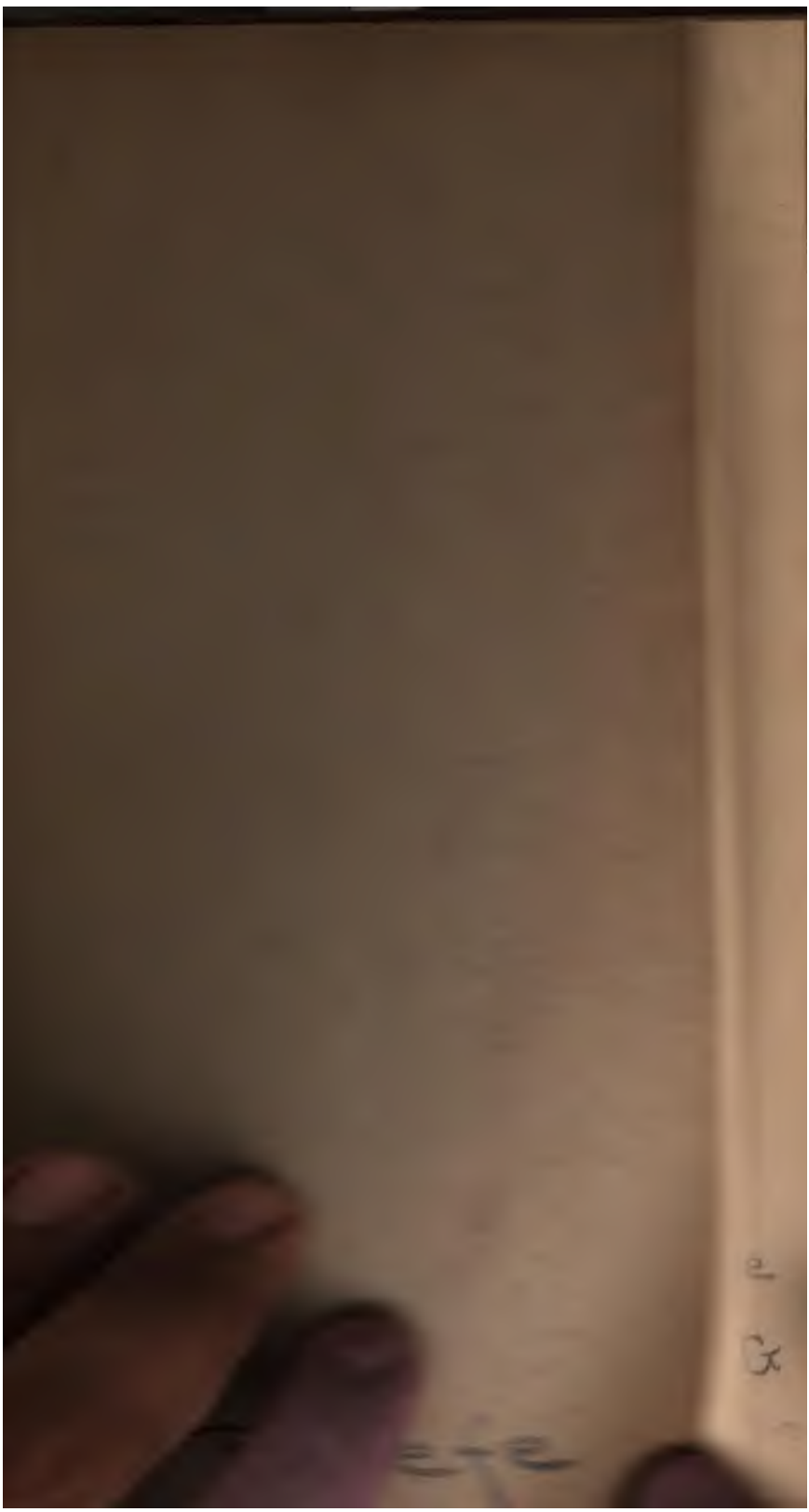
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

RARIES
3440 4

Briefe





Brief
30 AG

41

Briefe

über

Alexander von Humboldt's Kosmos.

Ein

Commentar zu diesem Werke für gebildete Laien.

Erster Theil.

Bearbeitet

von

Bernhard Cotta,

Professor.

Dritte vermehrte Ausgabe.

Leipzig,

T. O. Weigel.

1855.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
AND TILDEN FOUNDATIONS

An Herrn Alexander v. Humboldt.

Daß ich es wage, auf Ihrem Kosmos weiter zu bauen, geschieht zunächst auf Veranlassung des Herrn T. O. Weigel, welcher mich dazu aufgefordert hat; ich wäre nicht auf diesen kühnen Gedanken gekommen, aber einmal darauf gebracht, verfolge ich ihn selbst zwischen den gewaltigen Zeitbewegungen hindurch mit großem Genuß. Ja die Beschäftigung damit trägt sogar sehr zur Beruhigung des Gemüths bei, und ich will wünschen, daß das Resultat dieser Beschäftigung auf Andere in ähnlicher Weise einzuwirken vermöge. — Das wird die eine meiner Bestrebungen sein; eine andere und die hauptsächlichste ist es, die Wirkung Ihres Kosmos noch mehr zu verallgemeinern, die Wellenkreise wissenschaftlicher Bewegung, die von Ihrem gewaltigen Wurf ausgehen, weiter und weiter ausschwingen zu lassen.

Nicht wenig bin ich gespannt zu hören, was Sie dazu sagen werden, daß ich auf einen so kühnen Plan eingegangen bin. Aber ich rechne dabei auf Ihre unendliche Güte, denn ich habe Sie noch nie anders als gütig gesehen.

Erwarten Sie von mir, der ich in einem verhältnißmäßig stillen Winkel Deutschlands lebe, nicht, daß ich mich über die Ereignisse des Tages ausspreche, die mich tief erregen, die ich aber nicht zu übersehen vermag. Ich kann nur sagen, daß ich

im deutſchen Strom ſchwimme, wie in einem ungewohnten Element, was trotz Gefahr und Neuheit unwiderſtehlich anzieht, und faſt ungeahnete Hoffnungen neben mancherlei Beſorgniſſen aufkeimen läßt.

Freiberg, 2. April 1848.

B. Cotta.

An meinen Verleger!

Mit großer Freude erſehe ich aus Ihrer Zuſchrift, welche ich, von einer Reiſe aus den Alpen zurückkehrend, hier vorfand, daß Sie eine neue Ausgabe meiner Briefe für nöthig halten, und füge die nöthigſten Abänderungen für dieſelbe hier bei. Alles das umzugeſtalten, deſſen Umgeſtaltung mir wünſchenswerth erſcheint, iſt mir bei der Kürze der Zeit, die Sie mir zugeſtehen, unmöglich.

Freiberg, am 6. October 1849.

B. Cotta.

Zu dieſer Auflage.

Es ſcheint, daß von einigen Seiten manche Stellen in der erſten Auflage dieſer Briefe dahin mißverſtanden worden ſind, als kämpften ſie an gegen religiöſe Dogmen, als predigten ſie Atheismus. Gewiſſe kirchliche Journale haben wenigſtens dieſe Anſicht ausgeſprochen. Der aufmerkſame und unparteiiſche

Leser wird finden, daß das eben nur eine falsche Deutung war, daß es sich vielmehr in den mißverstandenen Stellen überall nur um eine Trennung der Naturforschung vom Glauben handelt. Die Naturforschung ruht auf rein materiellen Grundlagen, sie beschäftigt sich nur mit wahrnehmbaren Dingen, nicht mit Uebersinnlichem, sie hat darum als solche eine ganz andere Basis als religiöse Ueberzeugung; sie läßt diese unangefochten, wünscht aber eine gleiche Behandlung und nur läuternden Kampf auf ihrem eigenen Gebiet mit gleichen Waffen. Will die Naturforschung nicht von Haus aus die nothwendigen Bedingungen ihres Daseins aufgeben, so muß sie sich unabhängig bewegen von alle dem, was auf irgend einem anderen Wege als auf ihrem eigenen d. h. auf dem der Beobachtung gewonnen ist. Damit spricht sie keiner anderen Sphäre der Gedankenentwickelung ihre Berechtigung ab. Wollte sie aber durch irgend ein Dogma von vorn herein ihr Ziel feststellen lassen, so würde ihre Forschung eben keine solche mehr sein, wenigstens nicht in dem Sinne, in welchem sie es ist.

Die Erfahrung lehrt, daß Glaube und Forschung recht wohl neben einander bestehen können, aber bedenklich erscheint es, sie voreilig verschmelzen zu wollen. Stimmen sie in ihren Resultaten überein — um so besser, wenn nicht, dann ist vielleicht in der einen oder in der anderen Richtung nur die augenblickliche subjective Auffassung daran Schuld. Mir schien es immer ein schlechter Dienst, den man irgend einer Glaubenslehre erweisen wollte, wenn man sie durch specielle Resultate der Naturforschung zu stützen suchte. Solche Stützen sind leicht sehr zerbrechlicher Natur. Beständen sie allemal nur aus erwiesenen Thatsachen und einfachen Naturgesetzen ohne weitere Deutung, dann möchten sie dauerhaft sein, aber gar oft hat man Hypothesen oder Deutungen von Thatsachen dazu verwendet, die später als irrig erkannt wurden, und somit ihren Zweck mindestens verfehlten.

Der Naturforscher bekennt, daß sein Gebiet ein begrenztes ist, daß seine Mittel z. B. nicht ausreichen um den Anfang und die Ursache der Dinge zu erklären, über diese Grenzen seiner Forschungssphäre geht er als solcher nicht hinaus, jenseit derselben ist für ihn weder etwas zu beobachten, noch etwas zu beweisen, er darf aber auch — will er seinen Boden nicht verlassen — die auf ganz anderem Wege erlangten Sätze nicht als Erklärungen des auf seinem Wege noch Unerklärbaren benutzen; er würde damit sich stets der Gefahr durch subjective Anschauung irrthümlicher Deutung aussetzen. Damit aber bestreitet er noch nicht jene Sätze, sie können ihm so heilig sein als irgend einem Anderen.

Diese Bemerkungen werden den Standpunkt bezeichnen; um aber dennoch ähnliche Mißverständnisse, wie sie vorgekommen sind, möglichst zu vermeiden, habe ich einige der Stellen, welche hie und da Anstoß erregt haben, so weit abgeändert als es geschehen konnte, ohne die Aufrichtigkeit zu verleugnen.

Alexander v. Humboldt umschiffte diese Klippe dadurch, daß er sehr vorsichtig jede Beziehung auf die Sphäre des Uebersinnlichen vermied, ihr Dasein gleichsam ignorirte. Das war im Kosmos ausführbar, in den erläuternden Briefen aber kaum, weil diese noch mehr die Lehren des Kosmos in das Leben einzuführen bemüht sind.

Daß übrigens die gegenwärtige Auflage bedeutend vervollständigt worden ist, ergiebt sich schon aus der um 4 vermehrten Bogenzahl. Und so mögen denn diese Briefe eine noch allseitigere freundliche Aufnahme finden als bisher.

Freiberg, am 1. August 1855.

B. Cotta.

An die Leser.

Alexander v. Humboldt hat sich im Kosmos die große Aufgabe gestellt, unser Wissen von dem Einzelnen der Natur zu einem Ganzen zu vereinigen; die Naturwissenschaften zu einer Naturwissenschaft einzuschmelzen; die Einheit in der Vielheit zu zeigen; „die Erscheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufassen." Der Kosmos soll also die einzelnen Strahlen der Naturkenntniß in einem Brennpunkt sammeln.

Es konnte da nicht seine Absicht sein, die einzelnen Doctrinen systematisch an einander zu reihen, noch weniger, jede für sich, wie in einem Lehrbuch, oder einer Encyklopädie zu bearbeiten. Um die einzelnen Zweige des Naturwissens gründlich zu studiren, bricht man sie von dem Baume, reißt sie aus ihrem gemeinsamen Verbande, streckt sie in eine systematische Form und untersucht Blatt für Blatt in einer bestimmten Reihenfolge. Ein solches Verfahren, eine solche systematisch geordnete, zergliedernde Bearbeitung der Naturwissenschaften ist aber unmöglich, sobald man sie in ihrem allgemeinen natürlichen Verbande darstellen will.

Die Lichtpunkte, welche menschlicher Verstand in diesem Gebiet erfaßt hat, liegen nicht in einer einfachen Reihe hinter einander, auch nicht in einer Ebene. Sie sind wie die Sterne im Weltraum allseitig vertheilt und gruppirt. Die verbindenden Strahlen bilden ein körperliches Netz, ein vielfach verschlungenes Gewebe, und wenn man sie nur in einer Richtung wie einen leitenden Ariadnefaden verfolgt, verliert man leicht ihren allgemeinen Zusammenhang aus dem Auge, gewinnt kein über-

sichtliches Bild von dem Plan des Labyrinthes, von dem Gebäude der Welt und ihrem Haushalt.

Wie es nicht der Zweck des Kosmos ist und sein kann, über einzelne Naturwissenschaften zu belehren, so kann es auch nicht seine Aufgabe sein, vorzugsweise Neues zu lehren, neue Entdeckungen mitzutheilen. Er faßt nur das Gewonnene mit kühnem Griff zusammen und zeigt seine Harmonie.

Es versteht sich von selbst, daß bei so umfassender Darstellung immer nur die überwiegenden Erscheinungen und Gesetze hervorgehoben werden können, alle untergeordneten Wirkungen und Erscheinungen müssen, um die Darstellung nicht unklar zu machen, um namentlich den Laien nicht ganz zu verwirren, wie nicht vorhanden übergangen werden. Darin liegt die Schwierigkeit und die Kunst solcher Darstellung, daran scheiterten so oft gerade die gründlichsten Forscher, wenn sie sich allgemein verständlich machen wollten.

Während die einzelnen Naturwissenschaften nur auf Beobachtungen fußen und auf ihrem sicheren Boden weiter schreiten, mag ein solcher umfassender Ueberblick, wie ihn der Kosmos versucht, sich hier und da wohl darüber erheben und durch den combinirenden Verstand den Weg zu einem allgemeinen Naturverständniß anbahnen. Aber der echte Naturforscher verfährt hierbei nie umgekehrt, er deducirt nicht die Welt und ihre Gesetze aus dem Verstande, wie es die deutsche Philosophie versucht hat. Er betrachtet nicht die Welt als ein Resultat des Denkens, sondern das Denken als ein Resultat der Welt, der Beobachtung derselben. Der menschliche Verstand, die Gesetze des Denkens, sind geworden, wie sie sind, weil die Welt ist, wie sie ist. Die Formung des Organischen hat sich immer und überall den unorganischen Lebenselementen gefügt und angeschmiegt. Ja wir könnten von unserem beschränkten irdischen Standpunkte aus sogar versucht sein, zu behaupten, daß der Mensch mit seiner Intelligenz das endliche Resultat einer langen Entwickelungsreihe organischer Wesen sei, die durch alle ihre Generationen eine unermeßliche Summe äußerer Eindrücke (unbewußte Beobachtungen der Natur und ihrer Gesetze) aufgenommen und sich eben dadurch zu einem denkenden verständigen Wesen empor gearbeitet habe. Sicher ist es wenig-

stens, daß in der organischen Schöpfung des Erdkörpers eine allmälige Steigerung stattfand, die erst nach unermeßlichen Zeitepochen der Entwickelung in der menschlichen Intelligenz ihren jetzigen Culminationspunkt erreichte, von dem wir nicht wissen, ob es der äußerste ist.

Es ist begreiflich, daß ein Gemälde der Natur, wie es v. Humboldt im Kosmos versucht hat, wenn es nicht auf jeder Seite in specielle Belehrung ausarten will, nur dem ganz verständlich sein kann, der eine bedeutende Summe von Naturkenntniß mitbringt. Sehr begreiflich also, daß Tausende, welche das merkwürdige Buch mit Eifer ergriffen, es in gewissem Grade betrübt aus der Hand legten, mit dem niederschlagenden Gefühl, daß sie es nicht ganz verstehen, obwohl sie die Fülle des Inhaltes auf jeder Seite ahneten und durch die hochpoetische Darstellung länger daran gefesselt wurden, als dies außerdem der Fall gewesen sein würde. v. Humboldt sagt hierüber selbst: „Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu voller Klarheit zu bringen, da, wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen."

Durch einen weltberühmten Namen getragen, hat das Buch unter diesen Umständen wohl eine noch größere Verbreitung gefunden, als ihm, wenn es sich um sein volles Verständniß handelt, eigentlich zukommt, d. h. Tausende besitzen und lesen es, die es nicht verstehen. Jeder Gebildete glaubt, er muß den Kosmos gelesen haben, und doch ist es unmöglich, daß Jemand, der nicht beträchtliche naturwissenschaftliche Kenntnisse besitzt, ihn völlig verstehe, obwohl einigen Genuß und einige Belehrung ein Jeder daraus zu ziehen vermag.

Der Erfolg ist dennoch ein großer, gar Mancher ist dadurch angeregt worden, seinen Mangel zu ersetzen, sich Begriffe zu verschaffen, die ihm fehlen, von gar manchen meiner Freunde

bin ich selbst schon angegangen worden, ihnen einen Weg hierzu zu zeigen. Solchen zu Hülfe zu kommen, ist der Zweck dieser Briefe. Daraus ergiebt sich schon, daß sie vorzugsweise für die bestimmt sind, die gern einige Freistunden dem allgemeinen Verständniß der Natur widmen möchten, ohne einen Zweig dieser Wissenschaft, oder mehrere, speciell studiren zu können. Für specielles Studium der Naturwissenschaften sind Lehrbücher und andere Hülfsmittel genug vorhanden. Diese Briefe sollen nur dazu beitragen, daß Laien vom Kosmos noch etwas mehr verstehen können, als bisher. Sie beziehen sich möglichst auf v. Humboldt's Kosmos und verfolgen seinen Plan in derselben Ordnung. Erwarten Sie darum keinerlei systematischen Bau, sondern nur abgerissene Bemerkungen über einzelne Gegenstände der Natur. Neben jeder Seitenüberschrift sind die betreffenden Seitenzahlen des Kosmos (der ersten Auflage des ersten Bandes) angeführt. Nur hier und da habe ich Zusätze zu dem Vorhandenen gewagt, die das Gebiet der Erläuterung überschreiten.

Ich werde mich hier nicht über die Methode verbreiten, die ich wählte, um meinen Zweck zu erreichen. Sie mögen dieselbe aus dem Inhalte selbst ersehen und beurtheilen. Nur so viel will ich im Voraus bemerken, daß ich nicht beabsichtige, Satz für Satz einzeln zu beleuchten, sondern daß ich vielmehr nur das Wichtigere hervorheben und in freier Briefform besprechen werde. Bleibt dann dem Leser auch Manches noch dunkel, so mag er sich mit dem Erlangten begnügen, oder auf anderem Wege weitere Belehrung suchen. Daß ich dabei von aller gelehrten Ausschmückung, namentlich von Citaten, mich möglichst frei halten muß, versteht sich von selbst.

Aber nicht unterlassen konnte ich es, der sogenannten naturphilosophischen Richtung hier und da entgegen zu treten, da sie, aus dem Gebiete der ernsten Forschung glücklich verbannt, jetzt nicht ohne Erfolg versucht, sich populär zu machen. Natürlich konnte ich dabei nur die bedeutenderen Repräsentanten dieser Richtung besonders beachten, denen es gelungen ist, durch geistreiche Darstellung ein großes Publikum zu gewinnen.

In 41 Briefen finden Sie nun folgende Gegenstände besprochen:

Seite

1) **Naturgenuß** 1
2) **Stoffe und Kräfte**, Werden und Sein, Naturphilosophie . . 5
3) **Sterngruppirung im Weltraum** 14
4) **Doppelsterne, Grenzen der Beobachtung**, Weltbau, Weltäther 19
5) **Unser Sonnensystem**, Zahl der Planeten, Zodiakallicht, Sternschnuppenzüge 23
6) **Bewegungsgesetze. Keppler, Newton** 28
7) **Dichtigkeit der Himmelskörper.** Bestimmungsweise derselben 33
8) **Unser Mond**, Bahn desselben, keine Atmosphäre und kein Wasser, Oberflächenform 36
9) **Kometen.** Beschaffenheit derselben, Polarisirung, 1769, 1807, 1811, 1824, Polarisation des Lichtes 42
10) **Meteorsteine und Sternschnuppen.** Frühere Ansichten, Bestandtheile, vorweltliche Meteorsteine, Meteorsteinfall v. Braunau 48
11) **Entfernung der Fixsterne** 54
12) **Bewegung der Fixsterne.** Ungleichzeitigkeit des Sichtbaren . 56
13) **Bekannte Erdkruste.** Dicke derselben 58
14) **Form der Erde.** Früherer Zustand, Theorie, Gradmessungen, Pendelbeobachtungen, Einflüsse auf die Mondbahn 61
15) **Dichtigkeit der Erde.** Bestimmt durch Pendelbeobachtungen und die Drehwage 70
16) **Innere Wärme der Erde.** Beständigkeit derselben . . . 74
17) **Magnetismus der Erde.** Declination, Inclination, Intensität, Schwankungen, Diamagnetismus, Polarlichter . . . 78
18) **Leuchten der Weltkörper.** Polarlichter, Meeresleuchten, Vulkane, Waldbrände 89
19) **Vulkanische Thätigkeit.** Frühere Deutungen, Erklärung, Entstehung der Insel Ferdinandea, Reihenvulkane, Centralvulkane, Erschütterungsgebiete, Erhebungskrater, Aufschüttungskrater 93
20) **Gasquellen.** Deren Ursachen 104
21) **Geyser.** Erklärung derselben 107
22) **Der innere Bau der Erde.** Geognosie, Geologie, Gesteine, Schichtgesteine, Schiefergesteine, Massegesteine, Ganggesteine . 114
23) **Die Bildung der festen Erdkruste.** Urgebirge, Erstarrungskruste, Eruptivgesteine, Schichtgesteine, vorweltliche Organismen, Perioden 129
24) **Bildung der Gesteine.** Neptunische, plutonische, vulkanische, organische, metamorphische 151
25) **Geschichte der Organismen.** Bedeutung derselben, erste Entstehung, Entwickelungsreihen 162
26) **Erratische Blöcke** 198
27) **Vertheilung des Landes auf der Erdoberfläche.** Ursachen derselben, Form der Oberfläche, Einfluß auf das Leben . . 203

Seite

28) **Langsame Hebung und Senkung des Landes, in Schweden** 211

29) **Erhebung der Gebirgsketten.** Ihr innerer Bau, Schlüsse daraus, Elie de Beaumont's Theorie, Unabhängigkeit vom Wasserlauf 215

30) **Fluth und Ebbe.** Erscheinung und Theorie derselben . . . 227

31) **Circulation des Wassers auf der Erde.** Quellen, kalte, warme, mineralische, artesische, Flüsse, Meer, Meeresströmungen, Verdunstung und Niederschlag 234

32) **Gletscher.** Ihre Bewegung, Moränen, Gletschertische, Theorie, frühere Ausdehnung 247

33) **Die Atmosphäre.** Bestandtheile, Einfluß auf das organische Leben, Höhe derselben, Luftdruck, Durchsichtigkeit der Luft, Farbe derselben 262

34) **Klima.** Ursachen, ungleiche Vertheilung der Wärme, Seeklima, Continentalklima, Klima der Vorwelt 276

35) **Wetter.** Wetterregeln, Einfluß der Temperatur, Einfluß der Luftströmungen, Drehungsgesetz der Winde, Einfluß des Feuchtigkeitszustandes der Luft, Gewitter, Wolkenbildung . . . 288

36) **Das organische Leben auf der Erde.** Wesen desselben, Unterschiede desselben, Entstehung der Unterschiede, Urzeugung, Schöpfung und Entstehung 307

37) **Infusorien und Korallen.** Thiere in Schnee und Eis, Korallenriffe und Inseln 322

38) **Gleichgewicht des organischen Lebens,** durch Fortpflanzung und Ernährung bedingt 333

39) **Geographie der Pflanzen und Thiere,** Pflanzenzonen, Verbreitungsweise der Thiere und Pflanzen, Keeling-Inseln, Radak-Inseln, Galopagos-Inseln, Thier- und Pflanzenzonen . . . 337

40) **Der Mensch.** Abstammung, Racen, Entstehung des Menschen, Hirn- und Kopfform, Phrenologie 352

41) **Rückblick** 390

Erſter Brief.

Naturgenuß.

Je niedriger ein Menſch in intellectueller Hinſicht ſteht, deſto weniger Räthſelhaftes hat für ihn das Daſein ſelbſt: ihm ſcheint vielmehr ſich Alles wie es iſt, und daß es ſei, von ſelbſt zu verſtehen.

Arth. Schopenhauer.

Sehen Sie ſich um in allen Werkſtätten des Geiſtes; die den Menſchen umgebende Natur iſt das Gebiet, auf welchem freies Forſchen nach Wahrheit am wenigſten angefeindet wird. Der Eifer für Verbreitung naturwiſſenſchaftlicher Wahrheiten oder Irrthümer hat noch keine ſicilianiſche Vesper, keine Bartholomäusnacht, keine Septembermorde gezeugt. Die Preſſe, ſonſt oft ſo ſpröde in anderen Dingen, hat den Wahrheiten oder Irrthümern der Naturforſcher kaum je ihre Stimme verweigert; wohl mancher Cenſor ſchrieb ſein imprimatur mit ironiſchem Lächeln auf unſere harmloſen Blätter.

Das Studium der Natur außer uns vermag nicht ſo zu ſpannen, auf die Phantaſie zu wirken und Leidenſchaften aufzuregen, als das Studium menſchlicher Charaktere, Empfindungen und Handlungen. Es iſt durchaus milde in ſeiner Wirkung, es überzeugt nur durch Gründe, nicht durch Gefühle. Die Beobachtungen der Natur außer uns ſind ihrem Weſen nach ganz objectiv, deshalb unbefangener und ſchärfer, als die Unterſuchungen im Gebiete der Moral, Religion, Politik oder Geſchichte,

bei denen statt Maß und Gewicht stets nur individuelle Schätzung angewendet zu werden vermag. Jene gewähren für einen lebhaften Geist oft nicht sogleich die Anregung und Befriedigung wie diese; dem geduldig Forschenden aber unzählige glückliche Stunden und dankbare Resultate von größerer Sicherheit, als das schwierige Studium der menschlichen Natur je zu bieten vermag. —

Das wichtigste Streben des Naturforschers ist *das Erkennen des Nothwendigen, das Erkennen von Ursache und Wirkung* und als unerreichtes Ziel *das Erkennen des natürlichen und nothwendigen Zusammenhanges aller Dinge und Vorgänge.*

Glauben Sie mir, wer je den Genuß empfand, auch nur zwei neue Beobachtungen in solchem organischen Zusammenhange zu erkennen, daß sich die eine als nothwendig aus der anderen ableiten läßt; wer je das Glück hatte, Ursache und Wirkung irgend eines Naturvorganges aufzufinden und gründlich zu durchschauen: der wird solchen Genuß kaum noch vertauschen mögen gegen die für den Augenblick mächtiger aufregenden tiefen Blicke in religiöse oder sociale Zustände der Menschen. Sie bleiben stets unsicher und unzusammenhängend, so lange man nicht auch bei ihnen die organische Ursache nachweisen kann, wodurch sie dann in das Gebiet der Naturforschung fallen. —

Fragen wir nun gar nach dem Nutzen für die Menschheit? Welches politische oder staatswirthschaftliche System, welche Poesie, ja selbst welche Religion, hat die Cultur der Menschen in dem Grade (sage man immerhin materiell) gefördert, als die Fortschritte der Naturwissenschaften? Von den kleinsten Bequemlichkeiten des Lebens bis zu den einflußreichsten, die Existenz von Millionen bedingenden Erwerbszweigen, verdanken wir beinah alle Entdeckungen des letzten Jahrhunderts den Naturwissenschaften und der auf sie angewendeten Mathematik. Die Naturforschung ist die letzte Entwickelungsstufe der Menschheit; der ersten materiellen Entwickelung folgten nach einander Poesie, Religion und Philosophie, erst zuletzt die Naturforschung als herrschende Richtung. *Bessel*[1]) sagt bildlich: Die Menschen lernten erst gehen, dann buchstabiren, dann lesen, aber erst seit *Newton* verstehen.

Es würde freilich den Werth jener Geistesentwickelungen sehr verkennen heißen, wenn man sie dem Naturwissen unterordnen wollte; das ist nicht die Meinung. Sie müssen alle neben einander fortbestehen, um den Menschen auf der Höhe der Gesittung zu erhalten. Die gemüthliche Sphäre der Menschheit ist durch jene unendlich gefördert worden, aber das Begreifen der Welt und ihrer Gesetze, diese höchste Erhebung über das Thier, hat erst in den letzten Jahrhunderten begonnen.

Zuerst erkannte man sogenannte mechanische Gesetze, wie das der Schwere, dann chemische, wie das der Wahlverwandtschaft; jetzt ist man daran, die organischen zu finden, und endlich wird auch das große Räthsel psychischer Thätigkeit durch Beobachtung gelüftet werden, welches durch bloßes Nachdenken zu entziffern, man so lange vergeblich bemüht war.

Ich habe Ihnen da von dem Genuß und Nutzen des Studiums der Natur gesprochen, aber gar oft wirft man ihm vor, daß es sich auch in unnütze Haarspaltereien und Speculationen verliere. Man will es eben nur als melkende Kuh anerkennen, und abstracte Speculation der Philosophie allein gestatten. Man hat z. B. der geologischen Speculation über die Entstehung der Erde vorgeworfen, sie führe zu keinerlei praktisch nützlichen Resultaten. Man solle doch lieber alle Kraft darauf verwenden, nutzbare Lagerstätten zu finden statt bloße Erklärungen dunkler Phänomene. Aber die Wissenschaft an sich sucht kein anderes Gold, als das der Wahrheit, das andere findet sie nur nebenbei. Jede erkannte Wahrheit ist von ewiger Dauer, von fortwirkendem Nutzen. So auch die Wahrheiten der Geologie, abgeleitet aus zuverlässigen Beobachtungen der Natur. Sehen wir auch nicht ein, wie und wozu irgend eine Entdeckung von scheinbar rein wissenschaftlichem Werthe dem praktischen Leben je nützen könne, so schließt dies unberechenbare praktische Folgen doch keineswegs aus.

Daß gewisse Gesteinsschichten, die keinen technischen Werth haben, in einer bestimmten Reihenfolge über einander liegen, erscheint an sich für das Leben höchst unwichtig, und doch beruhen nur auf solchen Beobachtungen die Schlüsse, durch welche man in gewissen Gegenden durch tiefe Bohrlöcher Salz oder

Kohlen aufgefunden hat, von denen an der Oberfläche keine Spur zu sehen war; in Gegenden, in welchen der klügste Mensch ohne geologische Kenntnisse niemals hätte darauf kommen können, daß einige hundert Ellen unter seinen Füßen solche Schätze verborgen liegen.

Die Geologie hat aber allerdings von jeher gerade die verführerischeste Gelegenheit und den freiesten Spielraum auch für halt- und fruchtlose luftige Hypothesen geboten. Sehr natürlich ist das, denn sie läßt die Phantasie hinschweifen über Zeiten und Räume, die jeder menschlichen Beobachtung für immer entzogen sind. So nähert sie sich in diesem Punkte denjenigen Wissenschaften, die überhaupt nicht auf unmittelbaren Beobachtungen beruhen. —

v. Humboldt bekämpft S. 19 und 21 die Furcht, eine zu genaue Kenntniß des Einzelnen störe den Genuß des Ganzen der Natur, der Botaniker sehe den Wald, wegen der einzelnen Bäume, der Mineralog die Berge, wegen der einzelnen Steine nicht mehr. Sehr treffend ist auch, was hierüber Ch. Darwin am Schlusse seiner naturwissenschaftlichen Reisen bemerkt. „Es ist wahrscheinlich, daß die malerischen Schönheiten von manchen Theilen Europa's Alles übertreffen, was wir zu sehen Gelegenheit hatten. Aber es ist ein immer wachsendes Vergnügen, den Charakter der Landschaft in verschiedenen Gegenden zu vergleichen, was bis zu einem gewissen Grade von bloßer Bewunderung der Naturschönheiten verschieden ist. Es hängt mehr von einer Bekanntschaft mit den einzelnen Theilen jeder Ansicht ab. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß, wie in der Musik, wo der, welcher jede Note versteht und den gehörigen Geschmack besitzt, auch das Ganze mehr genießt, so auch der, welcher jeden Theil einer schönen Landschaft untersucht, den vollständigsten Eindruck davon erhält. Jeder Reisende sollte deshalb Botaniker sein, denn Pflanzen bilden in allen Ansichten die Hauptzierden."

Der Genuß der Natur steigert sich durch ihr Erkennen zur Bewunderung und Verehrung. Dem Naturforscher ist die ganze Schöpfung ein Wunder und zugleich eine Offenbarung, nicht aber das Einzelne darin. Er sieht alle Dinge und Vorgänge in höchster Vollendung und Gesetzmäßigkeit, und wenn er diese

auch noch nicht allenthalben erkennt, so darf er sie doch überall erwarten und wird sie zu erkennen streben. Eine Ausnahme von erkannten Naturgesetzen ist noch nie gefunden worden. An solche Ausnahmen glaubt darum der Priester der Natur nicht. Aber sein Altar und sein Hochamt sind überall, unter jedem Baum, auf jedem Berg, in jedem Sonnenstrahl.

Zweiter Brief.

Stoffe und Kräfte.

„Unterscheidet man, wie es der alte Sprachgebrauch thut, wie aber, nach tieferen Naturansichten, einst nicht mehr zu thun erlaubt sein wird, Naturlehre (Physik), die allgemeine Betrachtung der Materie, der Kräfte und der Bewegung, von der Chemie, der Betrachtung der verschiedenen Natur der Stoffe, ihrer stöchiologischen Heterogenität, ihrer Verbindungen und Mischungsveränderungen nach eigenen, nicht durch bloße Massenverhältnisse erklärbaren Zielkräften; so erkennen wir in den tellurischen Räumen physische und chemische Processe zugleich. Neben der Grundkraft der Materie, der Anziehung aus der Ferne (Gravitation), wirken um uns her auf dem Erdkörper noch andere Kräfte in unmittelbarer Berührung oder unendlich kleiner Entfernung der materiellen Theile, Kräfte sogenannter chemischer Verwandtschaft, die, durch Elektricität, Wärme und eine Contact-Substanz mannichfach bestimmt, in der unorganischen Natur, wie in den belebten Organismen unausgesetzt thätig sind. In den Himmelsräumen bieten bisher sich unserer Wahrnehmung nur physische Processe, Wirkungen der Materie dar, die von der Massenvertheilung abhangen, und die sich als den dynamischen Gesetzen der reinen Bewegungslehre unterworfen darstellen lassen. Solche Wirkungen werden als unabhängig von qualitativen Unterschieden (von Heterogenität oder specifischer Verschiedenheit) der Stoffe betrachtet." v. Humboldt S. 56.

Wo Sie nur immer eine Erscheinung der Natur aufmerksam beobachten, wird gewiß auch überall die Frage nach deren Ursache sich Ihnen aufdrängen. Jordan sagt sehr schön: „Nur das Werden giebt eine Vorstellung von dem Wesen des Seins."

Die bloße Weltbeschreibung genügt nicht dem menschlichen Geiste, er hat von jeher Aufschlüsse über die Ursachen der Dinge und über ihre Entstehung gesucht. In dem Werden liegen die Ursachen des Seins, und in dem Sein ist

das Werden verhüllt; aber es ist ungleich schwieriger, das Werden der Dinge zu erforschen als ihr Sein. Man kann meist jenes, da es vollendet, nur aus diesem schließen. Wie es nun zu geschehen pflegt, so ward das schwer zu Findende gar häufig durch Hypothesen ersetzt, oder man begnügte sich auch wohl, einen dunkelen Vorgang durch einen anderen eben so dunkelen zu erklären. Durch bloße Vergleichung zu erklären ist aber stets gefährlich und läßt nur zu leicht den Schein für Wirklichkeit nehmen. So z. B. wenn man sagt: „Die Sternschnuppen sind die Infusorien unter den Weltkörpern" — „Der Weltraum ist durchkreuzt zu denken von unendlichen Lichtsäulen, welche gleichsam als ätherische Nervenfäden die Bänder gemeinsamen allverbreiteten Lebens werden" — „So wie im bebrüteten Ei sich Kreise um Kreise auf der Dotterkugel bilden, bevor die gesonderten Blutkügelchen sich auch in Kreisen zu bewegen anfangen, und so wie der peripherisch kreisende Ring des Saturn offenbar die Vorbildung ist zum Kreisen einer aus solcher Peripherie zusammengezogenen Mondkugel, so zeigen sich hie und da im Firmament ringförmige Lichtnebel, welche allerdings zu den kreisenden Doppelsternen leicht in einem ähnlichen Verhältnisse stehen könnten wie der Ring des Saturn zu anderen frei gewordenen Mondkugeln" [2]) — „Die Gebirge bilden das Knochengerüste der Erde" u. s. w. Wenn man so die Natur der Dinge zu erklären versucht, wie es oft geschieht, so ist damit eigentlich gar nichts gewonnen, es können vielmehr gar leicht falsche Vorstellungen dadurch geweckt werden.

Auf solche Weise, durch unbegründete Vermuthungen, durch das Streben zu systematisiren, ehe man das Einzelne kennt, oder durch falsche Analogieschlüsse, sind die schwebenden Begriffe von bestimmten Naturkräften, die Ansichten vom organischen Leben der Erde oder der Welt und alle die bilderreichen Naturdeutungen der sogenannten Naturphilosophen entstanden, die jeder Schärfe der Auffassung entbehren und poetisch klingende Phrasen statt Wahrheit geben. Zu diesen müssen wir es rechnen, wenn ein geistreicher Schriftsteller der neueren Zeit, zunächst mit gänzlicher Vernachlässigung mathematischer Wahrheit, die Kugelform der Welt aus der Unendlichkeit (und darum Gleichheit) aller ihrer Durchmesser beweist und dann darin den Grund

erblickt, „warum jeglichem organischen Einzelwesen (als integrirendem Theil der Welt) die Gestalt der Kugel als früheste Grundform seines Daseins zukommen muß.“ [2]) —

Hier ist es nun, wo ich mich mit Ihnen zunächst über einen Ausdruck verständigen möchte, der in diesen Briefen noch oft wiederkehren wird, und der nur zu oft zu falschen Begriffen verleitet hat. Es ist das der Ausdruck *Kraft* oder *Naturkraft*. Wohl sehr gewöhnlich denkt man sich darunter etwas Selbständiges, die ganze Natur wie ein immaterieller Geist Durchdringendes.

Wir kennen in Wirklichkeit nur *Stoffe* (Körper) und beobachten an ihnen gewisse *Vorgänge*, Bewegungen, Veränderungen, Umformungen, deren Ursachen wir *Kräfte* nennen. Diese sogenannten Kräfte (es ist eben nur ein Ausdruck, ein Begriff, keine Sache) schließen wir nur aus ihren Wirkungen, aus den Veränderungen der Körper. Sie selbst sind ihrem Wesen nach etwas nicht wirklich Existirendes und folglich durchaus Unerkanntes, nur die Gesetzmäßigkeit der Wirkungen ist mehr oder weniger erkannt, und hiernach können wir Unterschiede unter ihnen machen. Ich spreche hier natürlich nur von den sogenannten Kräften in der sichtbaren Welt, eine unsichtbare kann nicht Gegenstand der Naturforschung sein.

Nichts in der Natur berechtigt uns, die Existenz von Kräften an und für sich, ohne Körper, von denen sie ausgehen und auf die sie wirken, vorauszusetzen. Noch nie ist eine Naturkraft ohne materiellen Gegenstand ihrer Wirkung, noch nie eine anders, als aus ihrer materiellen Wirkung erkannt worden, d. h. man nennt eben die Ursachen gewisser Wirkungen *Kräfte*, ohne sie dadurch als etwas für sich Bestehendes zu bezeichnen. Wir sind deshalb, wenn wir uns nicht in bodenlose Hypothesen verlieren wollen, auch nicht berechtigt, das, was man Naturkraft nennt, für etwas Anderes zu halten, als für ein Resultat der Eigenschaften der Körper — für eine *Wirkung der Körper auf einander*. Die Gesetze der Schwerkraft sind z. B. sehr gut bekannt, aber ohne Gegenstände, welche Schwere üben, sind sie für uns ganz undenkbar.

In der That sind auch die erkennbaren Wirkungen oder Kräfte so verschieden als die Körper, von denen sie ausgehen;

d. h. zwei *verschiedene* Körper wirken nie ganz gleichartig auf einen dritten, oder, was (da die Wirkung stets eine wechselseitige) dasselbe ist, derselbe Körper wirkt nie ganz gleich auf zwei verschiedene. Allerdings können wir Gruppen, Kategorien von Wirkungen (Kräften) unterscheiden, innerhalb welcher nur das Maß, nicht das Gesetz der Wirkungsweise verschieden ist. Eine solche Gruppe bildet z. B. die wahrscheinlich allen Körpern eigene *Massenanziehung* (Gravitation), welche wir, wenn vom Erdkörper ausgehend, als Schwere bezeichnen. Das Maß, die Größe dieser Anziehung ist nach den bisherigen Erfahrungen für alle wirklich verschiedenen Stoffe verschieden wie ihre Dichtigkeit, und dadurch die ungleiche specifische Schwere derselben bedingt, aber das Wirkungsgesetz ist bei allen dasselbe.

Eine andere Gruppe von Körperwirkungen faßt man als *chemische Verwandtschaft* oder chemische Thätigkeit zusammen, aber auch hierbei ist nur die allgemeine Gesetzmäßigkeit dieselbe, jeder Stoff wirkt anders, und für eine große Zahl von Stoffen ist die Art ihrer gegenseitigen Einwirkung so genau ermittelt, daß man die dadurch erfolgenden Erscheinungen genau voraus bestimmen kann. Aehnliche Gruppen bilden Magnetismus, Elektricität u. s. w. Das sind ziemlich gut erkannte Beispiele solcher Kategorien von Körperwirkungen, aber wir können uns keineswegs rühmen, alle die verschiedenen „Kräfte der Natur" und ihre Gesetze zu kennen; wurde doch eine ganz neue Wirkungsweise der Körper, die diamagnetische, erst vor wenigen Jahren entdeckt. Auch die gegenseitigen Beziehungen und Abgrenzungen sind häufig noch unklar! Oft ist nur die Mitte der Erscheinungen als gesetzmäßig erkannt, gegen ihre Grenzen hin Vieles noch in Nebel gehüllt. Aber die Naturforscher sind sich dieser Unvollkommenheiten bewußt, sie wissen, wie weit sie die Natur erkannt haben und beherrschen, so daß innerhalb dieser bestimmten, sich täglich erweiternden Sphäre ihnen nichts dunkel, unklar oder zweifelhaft ist, während sie darüber hinaus ein Schritt für Schritt zu eroberndes Gebiet nur bis zu einem gewissen Grade überblicken, in welches sie zuweilen schon kühne, aber unsichere Hypothesen als Vorposten weit hinausschieben.

Diese sichere Unterscheidung des Erkannten vom Hypothetischen ist es, welche die Naturwissenschaften sehr wesentlich von

denen unterscheidet, die vorzugsweise auf subjectiver Auffassung beruhen.

Je nach der Art der Stoffe, ihrer Verbindungen und Wirkungsweisen, die als Object der Untersuchung dienen, hat man das Studium der Natur in einzelne Doctrinen gesondert, die aber allseitig in einander greifen und in Wahrheit nur ein Ganzes bilden. Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie und Anthropologie sind solche Doctrinen, man kann sie je nach Zweck und Ansicht in Gruppen vereinigen oder noch mehr zerspalten. Der Kosmos strebt danach, sie in allgemeinem Zusammenhange zu zeigen.

Es ist eine ganz natürliche Folge der ungleichen Schwierigkeit, daß die Gesetze einiger Naturkräfte bereits viel besser erkannt sind, als die anderer. Im Allgemeinen sind die mechanischen und chemischen Wirkungsweisen der sogenannten anorganischen Körper viel besser erkannt, als die der organischen. Die letzteren hat man zuweilen Lebenskräfte genannt, und der Idee nach ganz von jenen gesondert. Gegen die unterscheidende Benennung wäre nichts einzuwenden, da man sie nicht vollständig mit jenen identificiren kann; aber mit dieser Benennung ist das Vorurtheil nur zu innig verwachsen, sie seien ein absolut unlösbares Problem, und dafür kann sie jetzt kein Naturforscher mehr halten. Gar Manches, was man ihrem dunklen, unerklärbaren Walten zuschrieb, ist durch die neueren Forschungen, besonders durch die im Gebiete der organischen Chemie, auf die bekannten Gesetze der Physik und Chemie zurückgeführt worden, und Niemand, der den Entwickelungsgang der Naturwissenschaften unbefangen überblickt, wird daran zweifeln, daß auch die noch unerkannten Wirkungsweisen der Stoffe in den Organismen, selbst wenn sie eigenthümlichen, noch ganz unbekannten Gesetzen folgen sollten, einst erkannt werden können. Aber wir wissen nicht, ob nicht die Schwierigkeit blos in der Mannichfaltigkeit der Einwirkungen liegt. Das Erkennen steigt ganz naturgemäß von dem Einfacheren zu dem Zusammengesetzteren auf; zuerst hat man physikalische Gesetze gefunden, dann chemische, dann organische, und so nähern wir uns immer mehr und mehr der Lösung des Räthsels der Hirnthätigkeit, welches, so viel sich jetzt übersehen läßt, als das schwierigste Problem der

Naturforschung vor uns liegt. Aber während in den niederen Sphären noch gar Vieles zu lösen übrig bleibt, wird der allseitige Angriff mit Recht auch schon auf die höchsten gerichtet. Denn fast jeder Fortschritt im niederen Gebiet macht einen im höheren möglich, wie jeder empirische einen theoretischen und umgekehrt. Die neuesten physiologischen und phrenologischen Arbeiten haben wichtige Vorposten in diesem Gebiete erkämpft.

Das unklare Ahnen allgemeiner Analogien der Naturkräfte und Körper, ohne dabei die specifischen Verschiedenheiten ihrer Wirkungen zu erkennen und zu würdigen, hat oft genug sogenannte naturphilosophische Auffassungen hervorgerufen, die nichts weniger als natürlich und philosophisch sind, die sich aber für Erklärungen des noch Unerkannten ausgaben, während es doch nur subjective Vorstellungen waren. Die Naturpoeten, welche diese Richtung einschlagen, pflegen die Erde oder die Welt überhaupt einen Organismus zu nennen. Sie finden „dasselbe Werden und Wirken in dem Leben der Weltkörper, wie in dem Leben der uns näher stehenden irdischen Einzelwesen; sie erkennen in der rastlos kreisenden Kugel des Planeten mit ihren Ein- und Ausathmungen, mit dem bestimmten Kreislauf ihrer Gewässer, ihrer magnetischen und elektrischen Lebensäußerungen u. s. w. nichts wesentlich Anderes, als in dem durch gewisse Oscillationen im Wasser umrollenden Infusorium und in dem durch magnetische und elektrische Gegensätze bedingten Kreislaufe der Säfte in den höheren Geschöpfen.“ [2]) Durch solche zum Theil unrichtige, zum Theil wenigstens unerwiesene Bilder, Vergleiche und Deutungen wird für die Wissenschaft nimmermehr Etwas gewonnen, noch weniger aber vermögen sie eine richtige und klare Vorstellung von dem Sachverhalte zu geben. Den Anfänger oder Laien können sie nur verwirren, der Selbstforscher durchschaut sehr bald ihre Haltlosigkeit. Das ist natürlich nicht der Weg, den v. Humboldt im Kosmos eingeschlagen hat, um die Einheit in der Vielheit zu zeigen. Er sucht vielmehr die Verschiedenartigkeit der Wirkungen anschaulich zu machen und zu zeigen, wie durch die Mannichfaltigkeit ihrer Combinationen die Mannichfaltigkeit der Welt und jedes Einzelne in ihr bedingt ist. —

Will man Bewegung und Leben als identisch bezeichnen,

dann freilich ist in der Welt überall Leben, jeder ihrer Theile ist lebendig. Aber welche Verschiedenheit des Lebens! und das ist eben die Errungenschaft der Zeit, daß man diese Verschiedenheit theilweise durchschaut, daß man weiß, daß die Bewegung des Infusoriums im Wasser auf andere Weise erfolgt, als die des Himmelskörpers im Weltraum, daß Athmen und atmosphärische Strömungen, daß Saftcirculation in Organismen und der Kreislauf des Wassers auf der Erde, sehr wesentlich von einander verschieden sind und sehr ungleiche Ursachen haben.

Die Naturphilosophen legen ihren Behauptungen freilich auch Beobachtungen zu Grunde, aber sie verfolgen nicht die Schlußkette von Wirkung und Ursache durch all' ihre eng verbundenen Glieder, an welchen der Naturforscher sich mühsam emporarbeitet, keines überspringend, stets ein vorhergehendes, aber nie das erste Glied erreichend; sondern sie (die Naturphilosophen) überspringen diesen Weg, denken sich einen Anfangspunkt, leiten daraus alle Erscheinungen gewaltsam ab und sagen dann: „seht, so hängt Alles zusammen!"

Die Erscheinungen, welche wir in der Welt wahrnehmen, in ihrem Zusammenhange zu erklären, die Gesetze derselben aufzusuchen, ist die Aufgabe der Naturwissenschaft. Dieser Zusammenhang der Erscheinungen ist, wie die Erscheinungen selbst, ein endlicher, wenn auch nicht bestimmt begrenzter; die Endursache aller Dinge, das Gesetz der Welt wird uns ewig unerklärbar bleiben; nur nähern können wir uns der ewigen Wahrheit, sie erreichen nie. Da, wo wir in den Erscheinungen eine stete Analogie, eine Gesetzmäßigkeit wahrnehmen, nennen wir die Ursache dieser Erscheinung Kraft. Vielleicht gelingt es der Forschung, diese Kraft auf eine andere zurückzuführen, und für diese wieder eine Ursache zu finden und so fort. So hat man die chemische Verbindung auf das Gesetz der Verwandtschaft der Stoffe zurückgeführt, bei näherer Betrachtung erkannte man dieses als die Ausgleichung des elektrischen Gegensatzes, und der nächsten Zukunft ist es vielleicht vorbehalten, die Ursachen der Elektricität zu entdecken. Niemals verläßt aber der Forscher das Gebiet der Wirklichkeit. In der Kette von Wirkung und Ursache, die wir in den Erscheinungen verfolgen, sind wir nicht berechtigt, die späteren Glieder in einer anderen Welt zu suchen, denn wir

dürfen nach den einfachen Gesetzen der Logik nichts annehmen, was wir nicht naturwissenschaftlich nachweisen können. Jede Erklärung, welche die Ursachen der materiellen Welt in einer angenommenen geistigen sucht, schweift über das wahre Gebiet der Naturforschung hinaus.

Ganz anders verfahren die echten Naturforscher. Wenn sie eine Ursache aus ihrer Wirkung ableiten, so suchen sie sich stets dem mathematischen Beweise zu nähern, z. B. einem solchen: Die Zahl 8 sei als Wirkung gegeben und als ihre eine Ursache die Zahl 2 in der Function ihrer Vervielfältigung, die gesuchte andere Ursache ist dann unbedingt die Zahl 4.

Die Wirkungen der Körper auf einander sind in Wirklichkeit nie einfache, ungestörte. In gewissem Grade influiren stets alle Körper auf einander. Die Besonderheit und Gesetzmäßigkeit sind deshalb nur dann leicht erkennbar, wenn die Wirkung nur zweier oder dreier Körper auf einander so vorherrschend und überwiegend ist, daß die Einwirkung aller übrigen in der untersuchten Beziehung dagegen in der Erscheinung fast ganz verschwindet. Das ist z. B. der Fall bei den Erscheinungen der Schwere auf der Erde, bei den Verbindungen einer Säure mit einer Base u. s. w. Jeder auf der Erde fallende Körper wird in Wirklichkeit nicht blos von dem Erdmittelpunkte, sondern auch von allen Himmelskörpern und von allen Gegenständen, die über die Erdoberfläche hervorragen, z. B. von jedem Berge, etwas angezogen, aber die Größe dieser Anziehungen verschwindet für unsere Wahrnehmung gänzlich gegen die unendlich überwiegende Wirkung der Erde. Der Körper fällt daher senkrecht und mit gleichmäßig beschleunigter Geschwindigkeit dem Erdmittelpunkte zu.

Aber keineswegs immer ist eine Wirkung (Kraft) so überwiegend. Dadurch kommt es dann, daß wir häufig die Vorgänge im Allgemeinen sehr gut zu erklären vermögen, nicht aber alle Einzelnheiten derselben, die durch eine oft unübersehbare Mannichfaltigkeit von Einwirkungen bedingt werden. Wie denn selbst alle astronomischen Bestimmungen nur Annäherungen an die Wahrheit sind, nicht absolute Wahrheit. Die Klarheit der Einsicht ist dann nur durch die Mannichfaltigkeit der Erscheinung verhüllt.

Warum unser Hauch an der kalten Fensterscheibe krystallisirt, wissen wir recht wohl, wir wissen auch, daß die ungleiche Dicke des Glases, die Nähe des hölzernen Rahmens, die Differenz der Temperatur auf beiden Seiten der Scheibe, in der Höhe und in der Tiefe, daß alle kleinen Luftströmungen im Zimmer u. s. w. von Einfluß auf die besondere Configuration der entstehenden Eisblumen sind und sein müssen. Wir können diese besonderen Einflüsse in besonders extremen Fällen deutlich erkennen und nachweisen, aber wirklich erklären können wir diese zierlichen Eisblumen in ihren Einzelnheiten doch nie, eben weil die Mannichfaltigkeit und Subtilität der Einwirkungen für unsere Auffassung zu groß ist.

Je größer diese Mannichfaltigkeit und diese Subtilität werden, und je mehr die einzelnen Wirkungen im Gleichgewicht stehen, um so schwieriger ist ihre Enthüllung. Dieses Verhältniß steigt gewaltig von den anorganischen Erscheinungen durch die Reihe der organischen, bis zum Menschen hinauf, und im Menschen ist die Mannichfaltigkeit der Hirnthätigkeit sicher die größte, darum ihre Enthüllung so schwierig, daher die scheinbare Unabhängigkeit derselben von physischen Gesetzen, die man in ihrer Unenthüllbarkeit mit Stolz als Geistesfreiheit bezeichnet.

Das menschliche Wissen, sich forterbend von Generation zu Generation, sowohl durch Geburt als durch Lehre, ist für jede Zeit anders beschränkt. Keine Schranke ist dauernd, jede fällt, aber dahinter steht schon eine neue. Wie ein Reisender mit jedem Schritt einen neuen Horizont gewinnt, an dessen Grenzen die Gegenstände ins Undeutliche zerfließen, so auch der Wanderer im Gebiete des Erkennens. Er häuft Erkanntes zu Erkanntem, die Masse schwillt zum fast Unüberwältigbaren. Keine ewige Grenze ist ihm gesetzt, aber ewig eine Grenze.

Dritter Brief.

Sterngruppirung im Weltraum.

„Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie, des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut." v. Humboldt I. S. 86.

Jeder Blick auf den gestirnten Himmel, sei es auf den nördlichen oder den südlichen, belehrt uns, daß die Weltkörper, welche uns als Sterne entgegenleuchten, nicht gleichmäßig vertheilt sind, weder nach ihrem scheinbaren Abstand von uns und unter einander, noch nach ihrer scheinbaren Größe. Der bloße Anblick könnte täuschen, da Größe und Entfernung sich gegenseitig der Art neutralisiren, daß ein großer Körper kleiner erscheint, wenn er sehr entfernt ist, ein kleinerer groß, wenn er sehr nahe ist; doch auch jede genauere Untersuchung führt zu demselben Resultat. Aber die Sterne, welche wir mit unbewaffnetem Auge sehen, bilden nur einen sehr kleinen Theil derer, welche dem optisch bewaffneten Auge immer mehr und mehr sichtbar werden, je mehr sich die Instrumente vervollkommnen. Von der Erkennung einer äußeren Grenze des gestirnten Raumes kann nicht die Rede sein, die Welt und ihr Inhalt sind für uns unendlich, wir erblicken stets nur den Theil derselben, der unseren Sehwerkzeugen zugänglich wird. Die Fixsterne sind nicht in einer festen Sphäre befestigt, wie die ältesten Astronomen glaubten, sondern sie liegen in meist noch unmeßbaren Entfernungen hinter einander, und die bedeutendsten Unterschiede ihrer scheinbaren Größe oder ihres Sichtbarkeitsgrades, werden jedenfalls durch ihre ungleichen Abstände bedingt. Es hat Jahrtausende und der Erfindung manches optischen Hülfsmittels bedurft, um sich davon, als von einer Thatsache, zu überzeugen. Jeder Schüler weiß jetzt, daß die Sterne nicht an ein blaues Gewölbe geheftet sind und sich mit diesem um die Erde drehen, wie aber ihre wahre Vertheilung im Raume sei, können auch jetzt noch die größten Astronomen nur vermuthen.

Noch nicht durch Messung, sondern nur durch Stern-Aichung, eine eigenthümliche Methode der Sternzählung in Beobachtungsfeldern von gleicher Größe, z. B. in einem, im Fernrohr von 4 Haaren umgrenzten Quadrat, hat man auf den Bau des noch unermeßlichen Sternenhaufens geschlossen, dessen kantenartige Grenzen, wie man vermuthet, durch die Milchstraße bezeichnet werden. Man schließt daraus auf einen linsenförmigen Bau dieses Sternenhaufens, welcher, da die Sterne in der Peripherie ringartig am meisten angehäuft sind, im Querschnitt etwa so aussehen würde:

Befindet sich unser Sonnensystem, wie die Astronomen vermuthen, in einer mittleren Region eines solchen linsenförmigen auf einer Seite getheilten Fixsternhaufens, z. B. in ⊙, so müßten wir natürlich von diesem Standpunkte ⊙ aus in den Richtungen nach m und m selbst bei gleichförmiger Vertheilung der Sterne weit mehr derselben in gleichem Flächenraume vertheilt, in Wirklichkeit aber hinter einander erblicken, als in den Richtungen nach n n. Um so mehr muß dies aber dann der Fall sein, wenn die Sterne auch noch in der Peripherie der Linse ringförmig angehäuft sind, wie man vermuthet. Eine solche Verschiedenheit findet von der Erde aus gesehen wirklich statt, und das Extrem derselben bringt als Rand der Linse, wie man glaubt, die Erscheinung der auf einer Seite sich theilenden Milchstraße hervor. — Läge unser Sonnensystem nicht in der Nähe der Mitte der Linse, sondern z. B. bei s, so würde diese Milchstraße nicht den Sternhimmel beinah halbiren, wie sie es thut, sondern sie würde nach einer Seite des Himmels zusammen-

gedrängt sich darstellen, nach welcher man zugleich viel mehr deutliche Sterne sähe, als nach der anderen. Noch auffallender würde dies aus irgend einem Standpunkte nahe bei m der Fall sein, und endlich von außerhalb der Linse, z. B. von x, würde sie als ein ferner Sternhaufe, Sternring oder Lichtnebel erscheinen, wie man deren jenseit der Milchstraße wirklich zu sehen glaubt.

Dergleichen scheinbar feststehende lichte Nebelflecke und Ringe beobachtet man am gestirnten Himmel von verschiedener Art: theils sind sie äußerst fein und weit verbreitet, so im Schwan, der Biene und den Fischen, theils kleiner und bestimmter begrenzt, wie im Fuchs, theils stehen noch kleinere rund abgegrenzte gruppenweise beisammen. In der Andromeda sieht man einen sehr hellen linsenförmigen Lichtnebel, der in den alten Sternverzeichnissen fehlt und deshalb vielleicht, wie der 5. Stern im Trapez des Lichtnebels im Orionschwert, erst neuerlich entstanden ist. Auch dunkle Stellen, Lichtlücken, sind in diesen Lichtnebeln ebenso wie in der großen Milchstraße beobachtet worden. Man hat diese Lichtnebel zum Theil als aus einem leuchtenden Aether entstehende Sternhaufen betrachten wollen, da aber hierfür kein bestimmter Grund angeführt werden kann, so liegt es näher, sie für unermeßlich ferne Sternhaufen dem unseren analog zu halten.

Die immensen Dimensionen eines solchen Fixsternhaufens lassen sich ungefähr aus den später zu besprechenden Messungen der Entfernung *eines* Fixsternes beurtheilen. Doch darf man dabei nicht vergessen, daß in unserer Skizze die Millionen Fixsterne unseres Haufens (300 Millionen haben die Astronomen durch Zählung in kleinen Räumen geschätzt), deren Abstände von einander für uns Menschen so lange Zeit unermeßlich waren, nur durch einige hundert Punkte vertreten werden. In neuester Zeit ist viel von einer Centralsonne unseres Sternhaufens gesprochen worden, welche *Mädler* in Alkyone (in den Plejaden) gefunden zu haben glaubte. Daß alle sogenannten Fixsterne, und so auch unsere Sonne mit ihren Planeten, sich durch den Weltraum bewegen, unterliegt keinem Zweifel mehr. Bei Aufsuchung der Parallaxe der Fixsterne hat man ihre Bewegung auf das Bestimmteste erkannt; sie beträgt bei unserer Sonne täglich über 800000 Meilen. Vielleicht bewegen sich die Fixsterne

unserer Weltinsel um einen Centralkörper, aber gefunden ist dieser noch nicht. Die Fortbewegung unseres Sonnensystems ergiebt sich unter Anderem auch aus dem im Kosmos S. 156 erwähnten scheinbaren Auseinanderrücken der Sterne, dem Aufbrechen der Milchstraße. Dieses würde aber noch viel sicherer wahrnehmbar sein, wenn nicht die Sterne selbst sich bewegten. Es ist das dieselbe Erscheinung, die wir bei dem Durchwandeln eines schlanken Tannenwaldes beobachten. Die Stämme, welche den Ort nicht verlassen, scheinen bei unserem Weiterschreiten vor uns beständig aus einander zu rücken, was aber nur eine Folge der stets wechselnden Gesichtswinkel ist. Aus dem kurzen Zeitraum genauer Beobachtung läßt sich nach Wilhelm Herschel vermuthen, daß sich unser Sonnensystem gegen das Sternbild des Herkules hin bewegt, aber man kennt noch keine Form dieser Bewegung, keine Krümmung der Richtung, aus welcher sich auf einen bestimmten umkreisten Mittelpunkt, eine Centralsonne sicher schließen ließe, und was Mädler hierüber als Vermuthung ausgesprochen hat, ist, wie gesagt, nicht erwiesen, wird von anderen Astronomen nicht anerkannt.

Das Resultat der bisherigen Untersuchungen und Vermuthungen über die Vertheilung der Weltkörper im Raume ist demnach ungefähr folgendes.

Die Himmelskörper sind im unermeßlichen Weltraum in Gruppen vertheilt, deren jede ihren Attractionsmittelpunkt hat, um den sich die ganze Gruppe bewegt. Die kleinsten dieser Gruppen sind wieder zu größeren verbunden und so vielleicht weiter in unbekanntem Grade.

Gehen wir von der uns bekanntesten Gruppe aus, der unsere Erde zunächst angehört. Unser Sonnensystem besteht aus einer Sonne, umkreist von Planeten mit ihren Trabanten, von Kometen und wahrscheinlich von Schwärmen oder ringförmigen Zonen sehr kleiner Himmelskörper, wie sie uns als Sternschnuppen und Feuerkugeln sichtbar werden. Dieses Sonnensystem ist aber jedenfalls nur ein sehr kleiner Theil von der Weltkörpergruppe, von dem Sternsystem, deren wahrscheinliche äußere Grenze als Milchstraße erscheint. Das Milchstraßensystem scheint aus einer Anhäufung unzählbarer Sonnensysteme mit je einer, zwei oder mehreren Sonnen zu bestehen. Ihr Verein bildet eine

dem Anſcheine nach linſenförmige Sterngruppe von ungeheurer Ausdehnung und unzählbarem Inhalt, wahrſcheinlich ohne materiellen Centralkörper, der durch den gemeinſamen nicht körperlichen Schwerpunkt erſetzt wird. Darüber hinaus liegen Weltinſeln ähnlicher Art, nur zum Theil ſichtbar als ferne Lichtnebelflecke im unermeßlichen Raum.

Das iſt der wahrſcheinliche Bau des uns ſichtbaren Weltraumes. Wer weiter fragt, erhält von der Aſtronomie keine Antwort, ſie beſchäftigt ſich nur mit dem, was zu ſehen oder daraus zu berechnen iſt.

In dieſem Bau herrſcht nicht die Ruhe des Todes, ſondern raſtloſe Bewegung. Planeten und Kometen umkreiſen unſere Sonne. Dieſe mit ihrem Gefolge umkreiſt wahrſcheinlich gleich den anderen ähnlichen Syſtemen den Schwerpunkt des Milchſtraßenſyſtemes; auch dieſes wird nicht ſtill ſtehen, aber auch in dieſer Beziehung hört jede auf Beobachtung oder Rechnung gegründete Antwort vorläufig auf. Unſer Wiſſen und unſer Forſchen ſind nach Raum und Zeit begrenzt, dieſe aber ſind an ſich unbegrenzt.

Vierter Brief.

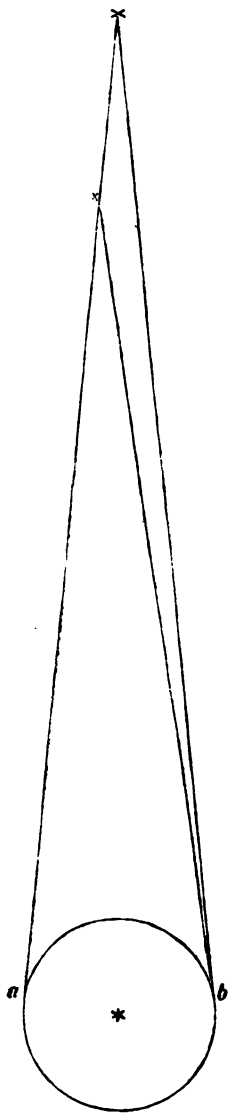
Doppelsterne, Grenzen der Beobachtung.

„Unter den vielen selbstleuchtenden, ihren Ort verändernden Sonnen (irrthümlich sogenannten Fixsternen), welche unsere Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannichfacher Form von Planeten, Kometen und aërolithenartigen Asteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelsonnen, Doppelsternen), so weit sie bisher ergründet sind, herrscht nicht dieselbe planetarische Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unser Sonnensystem charakterisirt. Zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne, deren Planeten und Monde (falls sie vorhanden sind) unserer jetzigen teleskopischen Sehkraft entgehen, kreisen allerdings auch hier um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; aber dieser Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltdunst) ausgefüllten Raum, während derselbe bei unserer Sonne oft in der innersten Begrenzung eines sichtbaren Centralkörpers enthalten ist. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelsterne, unser ganzes planetarisches Sonnensystem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, so erstreckt sich die Analogie, welche eine solche Bewegung hervorruft, nur auf die, Attractionssysteme verschiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtprocessen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen."

v. Humboldt S. 93.

Sie wissen, daß in unserem Sonnensysteme die Sonne der einzige stark selbstleuchtende, die übrigen erleuchtende Körper ist, um welchen, als den überwiegend größten, sich alle die übrigen in elliptischen Bahnen bewegen, ohne ihrerseits einen hierbei beachtenswerthen Einfluß auf die Bewegung der Sonne zu üben. Als man die Fixsterne, im Gegensatz zu den Planeten, Monden und Kometen, als unserer Sonne analoge Körper erkannt hatte, lag es sehr nahe zu vermuthen, daß auch sie als Mittelpunkte von Sonnensystemen, von ähnlichen Gefolgen kleinerer, abhängiger, nicht selbst leuchtender Himmelskörper umgeben seien, die man nur wegen ihrer großen Entfernung nicht zu erkennen vermag. Das bleibt auch noch immerhin für die meisten dieser Fixsterne eine wenn auch unerwiesene Wahrscheinlichkeit. Einige aber zeigen jedenfalls ein sehr wesentlich anderes Verhalten, das sind die sogenannten Doppelsterne (Doppelsonnen) oder vielfachen Sterne.

Man hatte ſchon lange beobachtet, daß ziemlich häufig zwei Fixſterne × × unmittelbar neben einander ſtehen, man hielt dies aber nur für die Folge ihres Hintereinanderſtehens in ziemlich derſelben Geſichtslinie a × ×, und auf dieſe Vermuthung gründete Herſchel die Hoffnung, an dieſen ſcheinbaren Doppelſternen am leichteſten die jährliche Parallaxe meſſen zu können, weil jede Verrückung des Standpunktes, aus welchem man ſie ſieht, z. B. in der Erdbahn von a nach b, in dieſem Falle eine verhältnißmäßig leicht meßbare Differenz ihrer ſcheinbaren Entfernung von einander hervorbringen müßte: aus a würde man ſie dicht neben einander, aus b viel weiter von einander entfernt ſehen.



Dieſer Idee folgend, begann Herſchel eine planmäßige Aufſuchung der Doppelſterne. Dieſe Aufſuchung war aber ſo erfolgreich, die Zahl der gefundenen ſo groß, daß man ihr Nebeneinanderſtehen nicht mehr für blos ſcheinbar oder zufällig halten konnte. „Herſchel vermuthete ihr wirkliches Zuſammengehören, ihr wirkliche, nicht blos ſcheinbare Nähe. Auch fand er bald Mittel, ſich zu überzeugen, daß dieſe Vermuthung richtig. Er gab demzufolge die Ausführung ſeiner früheren Abſicht auf, da ſie mit der früheren Vorſtellung zugleich ihren Grund verlor. Allein die Doppelſterne erlangten ein ſelbſtändiges Intereſſe, und Herſchel verfolgte dieſes, indem er ihre Aufſuchung fortſetzte und endlich ſeine vielbewunderten Verzeichniſſe dieſer Geſtirne lieferte.“ [1]) Ueber 500 ſolcher Doppelſterne hat man erkannt.

Jetzt weiß man nun, daß die echten, nicht blos scheinbaren Doppelsterne (deren es natürlich auch genug giebt), eben so wie einige drei- und vierfache, selbstleuchtende Sonnen sind, welche sich um einen gemeinschaftlichen zwischen ihnen liegenden Schwerpunkt bewegen, so etwa wie drehend in die Luft geschleuderte Kettenkugeln. Sind dergleichen verbundene Kugeln gleich schwer, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt, um den sie schwingen, in der Mitte ihrer Entfernung; ist aber die eine schwerer als die andere, so rückt natürlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt dieser näher und fällt sogar bei großer Ungleichheit in sie hinein. Dies Letztere ist auch der Fall, wenn man Erde und Mond, oder Sonne und Erde, von den übrigen Körpern unseres Sonnensystems absehend, als Doppelsterne betrachtet. Die Massendifferenzen sind hier so groß, daß namentlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt der Sonne und Erde gar nicht weit vom Schwerpunkte der Sonne für sich allein entfernt liegt. Der Einfluß der Erde auf die Bewegung der Sonne, deshalb an sich schon sehr gering, wird aber noch geringer dadurch, daß die analogen Wirkungen aller Planeten niemals alle auf einer Seite liegen, sondern von vielen Seiten her sich stets zum Theil gegenseitig aufheben. Das ist der Grund, warum wesentlich nur die Erde die Sonne umkreist, nicht auch umgekehrt diese die Erde, wie es bei nahe gleich massenhaften Doppelsternen der Fall ist.

Dieses stete Hineinfallen des gemeinschaftlichen Schwerpunktes in den allein selbstleuchtenden Centralkörper unseres Sonnensystems, während bei den echten Doppelsternen der gemeinschaftliche Schwerpunkt zwischen zwei nahe gleich großen leuchtenden, sich um einander oder vielmehr wie zwei Tanzende um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehenden Himmelskörpern liegt, bedingt allerdings einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen den Gruppirungsweisen der Weltkörper, selbst wenn wir annehmen dürften, daß auch diese Doppelsonnen ein Planetengefolge hätten, dessen Bahnen jedenfalls anders gestaltet sein würden, als in unserem Sonnensysteme.

Es sind bereits die Umlaufszeiten mehrerer Doppelsterne aus ihren theilweise beobachteten Bahnen ungefähr berechnet worden. Die von Castor in den Zwillingen beträgt etwa 360

Jahre, die des 61. Sterns im Schwan, des *o* in der Krone, des ξ im Boot, des ω im Löwen, des δ in der Schlange und des ε im Drachen beträgt ebenfalls über 300 Jahre. Weit kleiner sind die des ξ im Bären und 70 im Ophiochus, sie betragen nur 50 bis 60 Jahre.

Wenn Sie v. Humboldt's Schilderung des Weltbaues S. 79—94 noch einmal mit mir überblicken wollen, so finden wir also wie früher, von unserem Sonnensysteme ausgehend, dessen nähere Betrachtung ich in späteren Briefen folgen lasse, zunächst dieses sich bewegend in einer unermeßlichen Weltinsel (Sonnengruppe, Milchstraßensystem), zugleich mit unzählbaren ähnlichen Systemen und mit Doppelsonnen und drei- oder vierfachen, die vielleicht alle von kleineren Körpern verschiedener Art umkreist werden.

Die linsenförmige Weltinsel, deren äußere Kanten durch das Sternheer der Milchstraße angedeutet werden, schwimmt im Weltraume, und jenseit ihrer Grenzen leuchten als unauflösliche Lichtnebel vielleicht ähnliche Weltkörpergruppen, die, mit uns rastlos den Gesetzen gegenseitiger Schwere folgend, den unendlichen Raum durcheilen, denn Ruhe ist nirgends. Dieses sind jetzt die äußersten Grenzen unserer Erkenntniß und Vermuthung; was darüber hinaus liegt, ist uns so fremd, als noch vor 50 Jahren die Organisation und Entwickelungsgeschichte der Infusorien und als noch jetzt die Existenz und der Bau einer noch kleineren Thierwelt, die zwar möglich, aber unbeobachtbar ist.

Was die Zwischenräume der Weltkörper erfüllt (die wir vorzugsweise Körper zu nennen pflegen), das ist noch ganz unbekannt. Man hat es Weltäther genannt, ohne damit irgend einen bestimmten Begriff zu verbinden. Wenn es der Bewegung der Körper, wie nach Seite 89 und 113 des Kosmos aus dem Lauf zweier Kometen hervorzugehen scheint, einen Widerstand leistet, wie die Luft unserer Atmosphäre dem geworfenen Steine, so kann dies jedenfalls nur ein sehr geringer sein.

Fünfter Brief.

Unser Sonnensystem.

„Das Sonnensystem, d. h. die um die Sonne kreisende sehr verschiedentlich geformte Materie, besteht nach unsrer jetzigen Kenntniß (1845) aus eilf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Kometen, deren drei (planetarische) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlassen. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit dürfen wir auch dem unserer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erstens einen rotirenden Ring dunstartiger Materie, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn überschreitend, und uns in Pyramidalform als Zodiakallicht sichtbar; zweitens eine Schaar von sehr kleinen Asteroiden, deren Bahnen unsere Erdbahn schneiden oder ihr sehr nahe kommen und die Erscheinungen von Aërolithen und fallenden Sternschnuppen darbieten." v. Humboldt S. 94.

Der Bau und die Organisation unseres Sonnensystemes beruhen auf den Gesetzen der Schwere und der Bewegung. Das Centrum bildet die Sonne, als alle anderen an Masse weit überragender Körper. Die Sonne umkreisen die Planeten z. Th. mit ihren Trabanten, die Kometen und außerdem wahrscheinlich noch ein oder mehrere Schwärme oder ringförmige Zonen sehr kleiner Himmelskörper, die uns nur als Sternschnuppen, Feuerkugeln (Meteorsteine) und vielleicht als Zodiakallicht wahrnehmbar werden. Sehen wir ab von den weit hinaus schwärmenden Kometen, so fallen die fast kreisförmigen Bahnen aller anderen Körper unseres Sonnensystems in einen scheiben- oder linsenförmigen Raum, und ihre kreisende Bewegung ist eine übereinstimmende nach derselben Richtung hin. Das sind Umstände, die sehr für eine gemeinsame Entstehung aus einer einst linsenförmigen Stoffanhäufung sprechen, aus welcher die einzelnen Körper sich ausschieden, wenigstens würde es sehr vernunftwidrig sein, ein solches bewegtes System für ein zufälliges Zusammentreffen isolirt entstandener Weltkörper zu halten. Doch davon ein ander Mal.

Die wesentlichsten und ihrer Natur nach am besten bestimmten Elemente des ganzen Systemes sind die Sonne und die Planeten mit ihren Monden. Vor 500 Jahren kannte man nur 8 große Körper dieses Systemes, jetzt kennt man außer der

Sonne schon 42 Planeten und 21 Monde, und es würde sehr voreilig sein, behaupten zu wollen, daß damit alle vorhandenen bekannt seien, im Gegentheil es läßt sich sicher erwarten, daß namentlich zur Gruppe der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter immer mehr und mehr neue entdeckt werden.

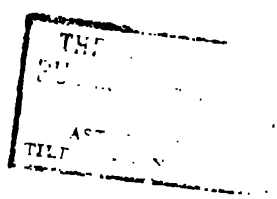
Das beigefügte Planetarium ist für diese Auflage nicht verändert worden, obwohl es nur erst 8 der 34 kleinen Planeten der sogenannten mittleren Gruppe (Planetoiden, Asteroiden) nennt. Es würde nicht nur fast unausführbar gewesen sein, ihre Bahnen auf so kleinem Raume darzustellen, sondern diese Vollständigkeit würde weit mehr verwirrt als genützt haben. Es genügt vollständig, wenn man sich alle 34 durch jene 8 repräsentirt denkt, da sie alle in denselben Zwischenraum gehören, gerade so, wie es genügt die ungezählte Schaar der Kometen durch ein paar bestimmte Bahnlinien zu repräsentiren, deren ähnliche und oft viel flachere man sich nach allen Richtungen hin denken muß. Einer weiteren Erläuterung bedarf dieses Blatt wohl nicht.

Gestatten Sie mir dagegen einige Bemerkungen über die Geschichte der Entdeckungen im Gebiet unseres Sonnensystemes. Die Alten kannten, wie gesagt, nur 8 Hauptkörper desselben, nämlich Erde, Sonne, Mond, Mercur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, also nur 5 wirkliche Planeten. Sie rechneten aber Sonne und Mond wie alle Sterne zu den die Erde umkreisenden Himmelskörpern.

Die neuen Entdeckungen von Planeten und Trabanten folgten seit der Erfindung des Fernrohres in folg. Ordnung auf einander:

Himmelskörper	Entdecker	Jahr	Tag
Vier Jupitersmonde	Simon Marius zu Ansbach	1609	29. Dec.
	Galilei zu Padua	1610	7. Januar
Dreigestaltung des Saturn	Galilei	1610	November
Der 6. Saturnsmond (Titan)	Huygens	1655	25. März
Seitenstäbe am Saturn	Helvetius	1656	—
Erkenntniß der Ringform	Huygens	1657	17. Dec.
Der 8. Saturnsmond (Japetus)	Dom. Cassini	1671	October
Der 5. Saturnsmond (Rhea)	Cassini	1672	23. Dec.

Himmelskörper	Entdecker	Jahr	Tag
Der 3. u. 4. Saturnsmond (Tethys u. Dione)	Caſſini	1684	März
Uranus	Will. Herſchel zu Bath	1781	13. März
Der 2. u. 3. Uranusmond	Will. Herſchel	1787	11. Januar
Der 1. Saturnsmond (Mimas)	Will. Herſchel	1789	28. Aug.
Der 2. Saturnsmond (Enceladus)	Will. Herſchel	1789	17. Sept.
Der 1. Uranusmond	Will. Herſchel	1790	18. Januar
Der 5. Uranusmond	Will. Herſchel	1790	9. Febr.
Der 6. Uranusmond	Will. Herſchel	1794	28. Febr.
Der 3. Uranusmond	Will. Herſchel	1794	26. März
Ceres	Piazzi in Palermo	1801	1. Januar
Pallas	Olbers in Bremen	1802	28. März
Juno	Harding in Lilienthal	1804	1. Septbr.
Veſta	Olbers in Bremen	1807	29. März
Aſträa	Hencke in Drieſen	1845	8. Dec.
Neptun	Galle in Berlin	1846	23. Septbr.
Der 1. Neptunsmond	W. Caſſel in Starfield (Bond in Cambridge)	1846	Novbr.
Hebe	Hencke zu Drieſen	1847	1. Juli
Iris	Hind in London	1847	13. Aug.
Flora	Hind in London	1847	18. Oct.
Metis	Graham zu Markree Caſtle	1848	25. April
Der 7. Saturnsmond	Bond in Cambridge (N. A.)	1848	16—19 Sept.
	(Caſſel bei Liverpool)	1848	19—20 Sept.
Hygiea	De Gasparis in Neapel	1849	12. April
Parthenope	De Gasparis	1850	11. Mai
Der 2. Neptunsmond	Caſſel bei Liverpool	1850	14. Aug.
Victoria	Hind in London	1850	13. Sept.
Egeria	De Gasparis	1850	2. Nov.
Irene	Hind in London	1851	19. Mai
Eunomia	De Gasparis	1851	29. Juli
Pſyche	De Gasparis	1852	17. März
Thetis	Luther in Düſſeldorf	1852	17. April
Melpomene	Hind in London	1852	25. Juni
Fortuna	Hind in London	1852	22. Aug.
Maſſilia	De Gasparis	1852	19. Sept.
Lutetia	Goldſchmidt	1852	15. Nov.
Kalliope	Hind	1852	16. Nov.
Thalia	Hind	1852	15. Dec.
Themis	De Gasparis	1853	5. April
Phokäa	Chacornac	1853	7. April
Proſerpina	Luther	1853	6. Mai
Euterpe	Hind	1853	8. Nov.
Bellona	Luther	1854	2. März
Amphitrite	Marſh	1854	2. März
Urania	Hind	1854	22. Juli
Euphroſyne	Ferguſon	1854	1. Sept.
Pomona	Goldſchmidt	1854	26. Oct.
Polyhymnia	Chacornac	1854	29. Oct.
	Luther	1855	19—20. Apr.



Namen und Zeichen (oder Entdeckungszahl)		Mittl. Entfern. v. d. Sonne in mittl. Erdbahnhalbmeſſern	Sonnennähe	Sonnenferne	Excentricität der Bahn.	Neigung d. Bahn gegen die Ekliptik.	Umlaufszeit in Jahren und Tagen
Flora	(8)	2,2014	1,8571	2,5455	0,1563	5° 53′,1	3. 97
Melpomene	(18)	2,2958	1,7972	2,7943	0,2172	10° 9′,0	3. 175
Victoria	(12)	2,3347	1,8251	2,6443	0,2183	8° 23′,1	3. 207
Euterpe	(27)	2,3453	1,9384	2,7522	0,1735	1° 35′,5	3. 226
Veſta	(4)	2,3617	2,1520	2,5714	0,0888	7° 8′,4	3. 230
Urania	(30)	2,3628	2,0698	2,6558	0,1240	2° 6′,1	3. 231
Polyhymnia	(33)	2,3788	1,8450	2,9146	0,2244	1° 22′,4	3. 244
Iris	(7)	2,3861	1,8359	2,9163	0,2306	5° 28′,0	3. 250
Metis	(9)	2,3865	2,0915	2,6816	0,1236	5° 35′,9	3. 251
Phokäa	(25)	2,4007	1,7931	3,0083	0,2531	21° 36′,1	3. 263
Maſſilia	(20)	2,4075	2,0574	2,7572	0,1454	0° 40′,8	3. 269
Hebe	(6)	2,4260	1,9355	2,9163	0,2021	14° 46′,7	3. 284
Lutetia	(21)	2,4352	2,0417	2,8287	0,1616	3° 5′,4	3. 292
Fortuna	(19)	2,4430	2,0561	2,8300	0,1548	1° 32′,5	3. 298
Parthenope	(11)	2,4481	2,2081	2,6881	0,0980	4° 36′,9	3. 303
Thetis	(17)	2,4734	2,1571	2,7897	0,1279	5° 35′,7	3. 325
Amphitrite	(29)	2,5522	2,3799	2,7245	0,0675	6° 47′,8	4. 28
Aſträa	(5)	2,5775	2,0810	3,0639	0,1887	5° 19′,4	4. 50
Egeria	(13)	2,5783	2,3581	2,7984	0,0854	16° 33′,0	4. 51
Pomona	(32)	2,5851	2,3377	2,8325	0,0957	5° 39′,1	4. 57
Irene	(14)	2,5852	2,1491	3,0212	0,1687	9° 6′,8	4. 57
Thalia	(23)	2,6259	2,0078	3,2440	0,2354	10° 14′,0	4. 93
Eunomia	(15)	2,6434	2,1469	3,1399	0,1878	11° 44′,0	4. 109
Proſerpina	(26)	2,6557	2,4239	2,8875	0,0873	3° 35′,6	4. 120
Juno	(3)	2,6691	1,9855	3,3527	0,2561	13° 3′,3	4. 132
Ceres	(1)	2,7669	2,5556	2,9782	0,0764	10° 37′,2	4. 220
Pallas	(2)	2,7724	2,1087	3,4361	0,2394	34° 37′,3	4. 225
Bellona	(28)	2,7807	2,3277	3,2337	0,1629	9° 25′,1	4. 232
Kalliope	(22)	2,9138	2,6104	3,2170	0,1041	13° 45′,0	4. 356
Pſyche	(16)	2,9226	2,5291	3,2162	0,1347	3° 4′,2	4. 364
Hygiea	(10)	3,1494	2,8320	3,4671	0,1009	3° 47′,2	5. 215
Themis	(24)	3,1651	2,7913	3,5582	0,1244	0° 49′,6	5. 230
Euphroſyne	(31)	3,1923	2,4600	3,9246	0,2294	26° 53′,4	5. 257
	(34)						

Sechſter Brief.

Bewegungsgeſetze.

E pur si muove! Galilei.

Nichts in der Welt ruht, Alles iſt bewegt; will man daher Bewegung und Leben als identiſch betrachten, ſo iſt Alles belebt. Dem Dichter mag es erlaubt ſein, in jeder Bewegung Leben, in allem Bewegten Belebtes zu ſehen; der Naturforſcher unterſcheidet zwiſchen Bewegung des Unorganiſchen und Belebung des Organiſchen, er wendet den letzteren Ausdruck auf die ihrer Urſache nach noch nicht erkannten Bewegungen der Organismen an. Die Bewegungen der unorganiſchen Körper oder Stoffe laſſen ſich mathematiſcher Berechnung unterwerfen, die Urſachen derſelben ſind ziemlich vollſtändig bekannt und verhältnißmäßig einfach. Die Schwere (Gravitation, Maſſenanziehung), die Wärme, das Licht, der Schall, die Elektricität, der Magnetismus und Diamagnetismus, die chemiſche Verwandtſchaft der Stoffe bringen Bewegungen hervor oder ſind mit ſolchen verbunden, die ſich großentheils dem Calcül unterwerfen und in ſo fern voraus beſtimmen laſſen. Es iſt möglich, daß alle Bewegungen des Lebens der Organismen ſich künftig auch noch auf dieſe und ähnliche einfache berechenbare Urſachen zurückführen laſſen, aber bis jetzt iſt das noch nicht der Fall, und ſo lange es nicht der Fall iſt, bleibt es zweckmäßig Bewegung und Leben nicht zu identificiren.

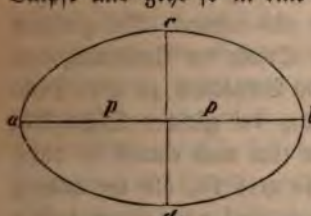
Die Bewegung der Himmelskörper im Weltraum folgt, ſo viel wir wiſſen, nur den Geſetzen der Schwere (der Maſſenanziehung), wenigſtens laſſen ſie ſich, ſo weit ſie bekannt ſind, mit deren Hülfe vollſtändig erklären und berechnen.

Auf unſerer Erde wirkt die Schwere nach unten, d. h. alle Körper fallen, wenn ſie nicht unterſtützt ſind, in der Richtung gegen den Schwerpunkt der Erde, der zugleich ihr Mittelpunkt iſt. Für den Weltraum im Ganzen giebt es natürlich kein Oben und kein Unten, dem Alles zufällt, wie wir es auf unſerer Erdoberfläche zu beſtimmen pflegen. Gäbe es überhaupt nur einen Körper im Weltraum, ſo würde gar kein Grund vorhanden ſein, daß dieſer ſich bewege, er würde vielmehr ewig

ruhen, wo er entstand. Da es aber viele giebt, so ziehen sie sich gegenseitig an und bewegen sich, indem sie einander zufallen; dieses gegenseitige einander Zufallen ist aber in eine kreisende Bewegung verwandelt durch den sogenannten ersten Anstoß, eine Bewegung in anderer Richtung, deren Ursache wir nicht kennen. Nimmt man diesen ersten Anstoß, welcher nicht beobachtet, sondern nur geschlossen werden kann, als gegeben an, so erklärt sich alles Uebrige sehr einfach. Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Ursachen der kosmischen Bewegung dürfte es zweckmäßig sein, Ihnen einiges Thatsächliche über die Bewegungsgesetze der Weltkörper mitzutheilen, wobei ich natürlich von allen mathematischen Entwickelungen möglichst absehen werde.

Keppler (1619) hat das sogenannte Copernicanische Sonnensystem, d. h. die Bewegung der Erde und aller Planeten um die Sonne, aus den Beobachtungen Tycho's von Brahe gründlich erwiesen. Dabei fand er zugleich die Gesetze dieser Bewegungen. Es sind folgende:

1) Alle Planeten (und wahrscheinlich alle Weltkörper) bewegen sich nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen um ihre Centralkörper. Sie erhalten von einer Ellipse die beste Vorstellung, wenn Sie einen Kreis, z. B. einen runden Tisch, von einem Standpunkte, der nicht rechtwinklig über seinem Mittelpunkte liegt, ansehen; er erscheint dann als Ellipse. Je schiefer Sie darauf blicken, um so schmäler wird die Ellipse und geht so in eine gerade Linie über; je rechtwinkliger Sie darauf sehen, um so mehr nähert sich die Ellipse der Kreisform und geht in sie über. Die Ellipsen der Planetenbahnen sind alle der Kreisform sehr genähert. In jeder Ellipse können wir einen längsten (a b) und einen kürzesten Durchmesser (c d) unterscheiden, und in dem längsten Durchmesser (a b) liegen die beiden Brennpunkte (p p) um so weiter vom Mittelpunkte entfernt, je schmäler die Ellipse ist.



Der Centralkörper, die Sonne (für den Mond die Erde), liegt stets in einem der Brennpunkte dieser elliptischen Bahnen.

2) Die Bewegung jedes Planeten ist um so schnel-

ter, je näher der Sonne er sich in seiner Bahn befindet. Bei jedem Umlaufe aber in den entsprechenden Punkten stets gleich schnell. Denken Sie sich eine in dem Brennpunkte p befestigte Linie um diesen so herumbewegt, daß sie in gleichen Zeiten stets gleiche Flächenräume der Ellipse durchläuft, so haben Sie das Gesetz der Planetengeschwindigkeit.

3) Die Umlaufszeiten der Planeten verhalten sich wie die größten Durchmesser ihrer Bahnen. D. h. je größer diese Durchmesser sind, desto größer sind die Umlaufszeiten.

Diese drei Keppler'schen Gesetze, welche nur auf Erfahrungen begründet wurden, sind nöthig und hinreichend, um, wenn man die Bahnelemente kennt, den Punkt zu berechnen, in welchem sich ein Planet zu einer bestimmten Zeit befindet. Die Ursache dieser Gesetze fand erst Newton (1642); er erkannte die gegenseitige Anziehung aller Körper als solche. Also dieselbe allgemeine Eigenschaft der Körper, welche auf der Erde das Fallen der Körper, den paraboliſchen Bogen der Bombe, den Lauf des Wassers, das Aufsteigen des Luftballons, die Bewegung des Pendels, die Richtung des Lothes u. s. w. bedingt, und welche man auch Schwere oder Gravitation zu nennen pflegt. Die Keppler'schen Gesetze sind nur nothwendige Folgen des allgemeinen Anziehungsgesetzes. Und dieses besteht darin, daß die Anziehung zweier Körper wie die Quadrate ihrer Entfernung ab- oder zunimmt. D. h. wenn ein Körper dem anderen noch einmal so nahe gebracht wird, so ziehen sich beide viermal so stark an als vorher. Bei gleichem Abstande der Körper aber hängt die Stärke der Anziehung von der Masse derselben ab, steht also im Verhältniß zu ihrer Dichtigkeit oder zu ihrer Raumausdehnung bei gleicher Dichtigkeit. D. h. zwei Körper, von denen der eine noch einmal so dicht, aber dem Volumen nach nur halb so groß ist, als der andere, werden bei gleicher Entfernung gleich stark von einem dritten angezogen. Dabei muß ich Ihnen aber freilich bemerken, daß man eigentlich die sogenannte Dichtigkeit erst aus dem Grade der Anziehung erkennt; daß man also in Wahrheit nur sagen darf, die verschiedenen Körper ziehen sich ungleich stark an, und je stärker sie sich bei gleichem Volumen anziehen, um so dichter oder, in Beziehung zur Erde, um so schwerer nennt man sie.

Diese Dichtigkeit der Körper, so genannt in der Voraussetzung, daß die Massentheilchen, je größer dieselbe ist, um so dichter zusammengedrängt seien, läßt sich allerdings einigermaßen (doch nur sehr trügerisch) auch nach dem äußeren Ansehen beurtheilen, weil wir eben schon viele Erfahrungen darüber gemacht haben. Wir haben aber noch kein anderes Mittel, sie sicher zu bestimmen, als Messung der Anziehung (auf der Erde ihre Wägung) verglichen mit dem Rauminhalt. Es würde eine sehr unsichere Hypothese sein, wenn man voraussetzen wollte, alle Materie bestehe eigentlich aus kleinsten gleich schweren Theilchen (Atomen), und die ungleiche Dichtigkeit, vielmehr Anziehung der Körper, stehe im Verhältniß zu dem mehr oder weniger dichten Zusammengedrängtsein dieser Theilchen. Aber zur Verdeutlichung der Sache kann eine solche Hypothese immerhin beitragen.

Newtons Lösung dieses Welträthsels, welches den Menschen bis dahin ein solches blieb, erklärt zugleich alle die scheinbaren Abweichungen der Planetenbahnen von den Keppler'schen Gesetzen. Bessel[1]) hat dies in recht faßlicher Weise nachgewiesen, und ich will versuchen, Ihnen seine Auseinandersetzung wiederzugeben, ohne mich genau seiner Worte zu bedienen. Wenn man die Sonne allein als anziehend betrachtet, und das, was aus dieser Anziehung für die Bewegung der Körper unseres Sonnensystems folgt, der mathematischen Untersuchung unterwirft, so erhält man die Keppler'schen Gesetze. Da aber die Sonne nicht allein anzieht, sondern da auch die Planeten Körper sind und als solche anziehen, so ist z. B. die Erde nicht der Anziehung der Sonne allein unterworfen, sondern auch der aller übrigen, besonders der größeren Planeten. Die unmittelbare Folge hiervon ist, daß sie sich nicht ganz genau so bewegen kann, als sie sich bewegen würde, wenn sie allein der Anziehung der Sonne ausgesetzt wäre, also auch nicht genau nach den Keppler'schen Gesetzen, da diese nach Newtons Lehre eine Folge der alleinigen Berücksichtigung der Anziehung der Sonne sind. Die wahre Bewegung der Erde und jedes anderen Planeten und Kometen muß also mehr oder weniger von der Bewegung abweichen, welche die Keppler'schen Gesetze für sich allein vorschreiben.

Das klingt nun wie ein Widerspruch, da Keppler seine

Geſetze aus den beobachteten Bewegungen abgeleitet hat. Aber der Widerſpruch löſt ſich ganz einfach dadurch, daß die Abweichungen der Bewegung der Planeten von den Keppler'ſchen Geſetzen ſo klein ſind, daß ſie aus den früheren Beobachtungen nicht hervorgingen, oder als kleine Fehler derſelben gelten konnten. Auf dieſe Weiſe mußte Keppler etwas, was nur eine Annäherung an die wahre Bewegung der Planeten war, mit dieſer ſelbſt verwechſeln. Es iſt daher von der höchſten Wichtigkeit für die ganze Lehre vom Weltgebäude, erſtens die Größe der Anziehung der verſchiedenen Körper des Sonnenſyſtems, alſo ſowohl der Sonne, als auch der Planeten, aus den Erſcheinungen, bei welchen dieſe Anziehungen ihre Wirkungen äußern, genau zu beſtimmen, und zweitens mathematiſch zu entwickeln, wie groß zu jeder Zeit der Einfluß iſt, welchen die Anziehungen der Planeten unter einander auf die ſich unſeren Beobachtungen darſtellenden Oerter derſelben äußern. Dieſes ſind Aufgaben, nicht nur von der größten Wichtigkeit, ſondern auch von dem größten Umfange. Es würde mir nicht möglich ſein, ſie Ihnen hier vollſtändig zu entwickeln, ohne die geſteckten Grenzen zu überſchreiten; es wird aber für unſeren Zweck hinreichen, anzuführen, daß die Kräfte, mit welchen die Planeten anziehen, ohne Vergleich viel kleiner gefunden ſind, als die mächtige Anziehung der Sonne, ſo daß ſelbſt Jupiter, welcher unter den Planeten bei weitem der mächtigſte iſt, noch nicht den tauſendſten Theil der Kraft der Sonne äußert; und ferner, daß die Einflüſſe dieſer kleineren Kräfte der Planeten auf diejenige Bewegung, welche die Sonne allein erzeugen würde, ſo klein ſind, daß ſie nur kleine Abweichungen von derſelben zur Folge haben, welche allerdings durch die weniger verfeinerten Beobachtungen aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, ſo wie Keppler ſie beſaß, nicht verrathen werden konnten, deren vollſtändige Berechnung aber gerade die Urſache iſt, daß unſere jetzigen, weit genauer und ſicherer gewordenen Beobachtungen mit der vervollſtändigten Theorie in derſelben befriedigenden Uebereinſtimmung ſind, wie früher die roheren Beobachtungen mit der unvollſtändigen Theorie. Was vorher in Widerſpruch erſchien, iſt die ſtärkſte Beſtätigung der Anziehungslehre geworden; ihre folgerechte Beobachtung hat gezeigt, daß die Bewegung

der Planeten zahlreichen Ungleichheiten von kleinerem Umfange folgen muß, die aber, weit entfernt, Mangel an Uebereinstimmung der Rechnung und der Beobachtung hervorzubringen, gerade nothwendig waren, um Beides im vollständigsten Einklange zu erhalten. Ja diese Uebereinstimmung geht so weit, daß es sogar gelungen ist, aus kleinen Störungen der Uranusbahn die Anwesenheit eines neuen Planeten, des Neptun, zu bestimmen, der dann durch Beobachtung an dem berechneten Platze wirklich gefunden wurde.

Siebenter Brief.

Dichtigkeit der Himmelskörper.

„So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen."
v. Humboldt S. 97.

Sie fragen, wie hat man die Dichtigkeit, d. i. die specifische Schwere der Körper unseres Sonnensystems messen können? Wie die Dichtigkeit oder Schwere der Erde bestimmt worden ist, hat v. Humboldt Seite 176 erzählt und ich werde darauf zurückkommen. Diese dient nun für die übrigen Weltkörper als Einheit, und man bestimmt die der letzteren aus ihrer Umlaufsgeschwindigkeit und Größe, verglichen mit der der Erde. Die Umlaufsgeschwindigkeit der Planeten ist nämlich in allen Fällen eine Folge ihrer Schwere gegen die Sonne, wobei jedoch die Entfernung nicht zu übersehen ist. Die Bahnen der Planeten und Monde um ihre Centralkörper sind nichts Anderes als ein beständiges Fallen gegen sie, welches aber durch Centrifugalkraft (ursprüngliche Wurfkraft) in eine elliptische Bewegung verwandelt wird. Beide Kräfte, Schwerkraft und Centrifugalkraft, müssen hierzu unter bestimmten Verhältnissen stehen; überschritten sie diese, so würden die Himmelskörper aufeinander fallen oder weit auseinander geschleudert werden. Ich glaube Ihnen das am besten durch ein Paar Kugeln deutlich

machen zu können, welche durch eine Schnur mit einander verbunden sind, welche hier die Gravitation vertretend, beständig das Bestreben hat, kürzer zu werden. Schleudert man diese Kugeln in drehender Bewegung in die Luft, so sind drei Fälle denkbar.

1) Die Schwungkraft (Centrifugalkraft) ist, weil man zu schnell geschleudert, größer als die Festigkeit der Schnur, diese dehnt sich oder reißt und die Kugeln fliegen auseinander.

2) Die zusammenziehende Kraft der Schnur ist größer als die Schwungkraft, dann werden die Kugeln sich vereinigen. Besonders wenn die verkürzende Kraft der Schnur (wie die Gravitation) mit der Verkürzung zunimmt.

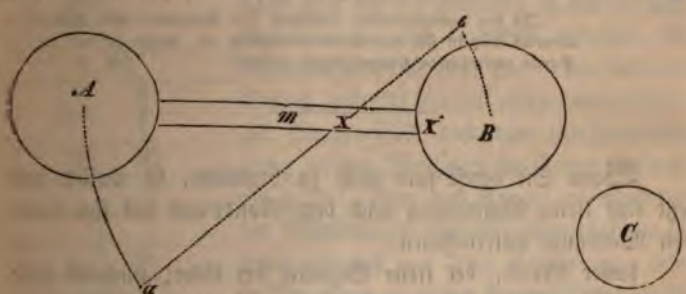
Es läßt sich dieser zweite Fall vielleicht noch besser versinnlichen, wenn man einen Stein an einem Faden so um den Finger schwingen läßt, daß sich der Faden beständig auf den Finger aufwickelt. Hier wird der Stein in derselben Art in einer Spirale zum Finger bewegt, wie ein Planet, dessen Gravitation zu groß wäre, gegen die Sonne fallen würde.

3) Die zusammenziehende Kraft der Schnur und die Schwungkraft stehen im Gleichgewicht, dann schwingen die Kugeln wie an einem festen Stab um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt, und das ist der Fall bei den Himmelskörpern, nur mit dem Unterschied, daß sie nicht in Kreisen, sondern in Ellipsen schwingen, und daß durch gegenseitige Einwirkungen kleine Störungen derjenigen Bahnform hervorgebracht werden, welche sie, jeder einzeln um die Sonne schwingend, befolgen würden.

Nun läßt sich aber aus der Energie der Wirkungen auf die Macht ihrer Ursachen, aus der Schnelligkeit des Fallens auf die Stärke der gegenseitigen Anziehung, d. i. der Schwere schließen. Auf der Erde fallen freilich im luftleeren Raum alle Körper beinah gleich schnell (man kann keinen Unterschied wahrnehmen), das liegt aber nur daran, daß die Masse der Körper, welche zu solchen Versuchen angewendet werden können, gegen die der Erde verschwindend klein ist; hier findet durchaus kein beobachtbares gegenseitiges Fallen statt, der Stein fällt nur zur Erde, nicht aber die Erde zum Stein. Das ist bei den Himmelskörpern anders, diese gravitiren in ihrem ewigen Laufe be-

obachtbar gegenseitig auf einander. Ihre Schnelligkeit ist das Resultat der Schwere beider auf einander wirkender Körper. Hierdurch hat man aus der bekannten Dichtigkeit, Größe, Entfernung und Bewegung der Erde zunächst die anziehende Kraft, also Masse der Sonne und dann durch weitere Vergleichung der Entfernung und Bewegungen die Massen der anderen Körper unseres Sonnensystems berechnen können. Kennt man nun außerdem auch noch die Volumina der Himmelskörper aus ihren Durchmessern, so läßt sich sehr leicht ihr specifisches Gewicht (ihre Dichtigkeit) verglichen mit dem der Erde oder irgend einer irdischen Substanz bestimmen. Es läßt sich dasselbe aber auch aus den kleinen gegenseitigen Anziehungen der Planeten und den dadurch hervorgebrachten Störungen ihrer Bahnen berechnen, von denen ich Ihnen im vorigen Brief erzählte. Umgekehrt lassen sich aber die Größen dieser Einwirkungen aus der einmal bekannten Dichtigkeit und Größe der Planeten finden.

Wenn Sie es versuchen wollen, so werden Sie sich leicht selbst überzeugen können, daß zwei durch einen Stab verbundene Kugeln drehend geschleudert, wenn sie gleich schwer sind, um die Mitte ihres Abstandes, ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt, schwingen. Sobald aber die eine schwerer ist als die andere, um irgend einen Punkt x, der dieser schwereren näher liegt, bei großer Differenz der Schwere sogar in sie hineinfallen kann, etwa



nach x'. Hier folgt nun von selbst, daß die schwerere Masse sich langsamer bewegen muß als die leichtere, denn in der Zeit, in welcher A den Weg A a zurücklegt, legt B nur den kürzeren Weg B b, also langsamer zurück, d. h. die leichtere Masse A wirkt nicht so stark auf die schwerere B, als diese auf jene. Anders ist es aber, wenn

man die leichte Masse A mit einer noch leichteren C (einen Planeten mit einem anderen) vergleicht, die sich entweder in der selben Entfernung wie A von B befindet, oder deren ungleiche Entfernung von der Sonne B sich in Rechnung ziehen läßt. Diese leichtere Masse C wird nicht so stark von B angezogen, als A, fällt und schwingt daher auch bei gleicher Entfernung nicht so schnell als A; d. h. also der leichtere Planet würde bei gleicher Entfernung sich langsamer um die Sonne bewegen als der schwerere, oder von zwei gleich schweren in ungleichen Entfernungen, wird der entferntere, weil weniger stark angezogen, sich langsamer bewegen.

Denken Sie sich mehrere solche Kugeln unregelmäßig mit einander verbunden, und durch *eine* Kraft fortgeschleudert, so wird ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt stets den Weg einschlagen, welchen die schleudernde Kraft einer einzigen Kugel von demselben Gewicht ertheilt haben würde, aber das Kugelsystem wird je nach dem Gewicht der einzelnen Kugeln sich um seinen Schwerpunkt schwingen.

Achter Brief.

Unser Mond.

„In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich alle Gravitationsgesetze ab, welche in den die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten." v. H.

Wenn Sie bereit sind mich zu begleiten, so wollen wir jetzt eine kleine Wanderung nach dem Monde und mit ihm durch den Weltraum unternehmen.

Unser Mond, der treue Begleiter der Erde, umkreist diese in elliptischer Bahn, d. h. die Bahn würde ein Ellipse sein, wenn die Erde still stände; in Beziehung zur Erde ist sie wirklich eine Ellipse, nicht aber in Beziehung zum Sonnensystem. Aehnliches gilt freilich von den Bewegungen aller Himmelskörper, denn während sie sich um einen Centralkörper bewegen, bewegt sich dieser mit ihnen fort, und ihre Bahnen sind daher

in Wirklichkeit keine Ellipsen, sondern nur in Beziehung auf den Centralkörper. Aber wir kennen die Bahnen der Sonne und der anderen sogenannten Fixsterne noch nicht, es läßt sich deshalb auch die wahre Bahn der Planeten im Weltraume nicht bestimmen. Das ist rücksichtlich der Mondbahn anders. Die Bewegung der Erde um die Sonne ist genau bekannt, und es läßt sich deshalb die Mondbahn um eine Stufe weiter auflösen, als die Planetenbahnen. Sie bildet, wenn man von der Bewegung des Sonnensystemes und von den kleinen Störungen aller Bahnen durch alle Himmelskörper absieht, eine flach wellenförmige Linie, welche die Erdbahn 24 Mal durchschneidet. Ich zeichne Ihnen ein Stück derselben ungefähr hier an den Rand, und setze voraus, daß Sie diese Zeichnung, in welcher übrigens die Biegungen der Mondbahn wegen Kleinheit des Raumes sehr übertrieben werden mußten, ohne weitere Erklärung verstehen.

Wenn man einst die Sonnenbahn kennt, dann wird sich die Erdbahn in eine ähnliche Verschlingung mit derselben auflösen, die Mondbahn bleibt aber zur neuen Erdbahn ähnlich gestaltet wie zur alten, und dasselbe gilt für den Fall, daß man eine Fortbewegung unserer Weltinsel im Raum beobachten sollte. Aber das Keppler'sche Gesetz der Ellipsenform aller Weltkörperbahnen erleidet dadurch gar keine Aenderung, denn in Beziehung zu ihrem Centralkörper bleibt, wie gesagt, jede Bahn elliptisch.

Der Mond, als der uns nächste Himmelskörper, hat vielfach die Hoffnung erweckt, durch ihn etwas Außerirdisches zu erfahren. Sie haben gewiß selbst schon

manchmal sehnsüchtig oder neugierig nach ihm hingeblickt, um etwas vom Leben auf seiner Oberfläche zu erlauschen; diese Hoffnung hat seine sorgfältige Beobachtung auch in gewissem Grade erfüllt. Durch die mühsamen Arbeiten Russels, Mayers, Lamberts, Lohrmanns, Mädlers und Beers sind wir mit der Oberflächengestaltung der uns zugekehrten Seite des Mondes ziemlich genau bekannt geworden. Sie haben große Karten davon entworfen, die in mancher Beziehung vollständiger sind, als die Erdkarten, nur freilich eine gewisse Größe des Maßstabes nie überschreiten können, und außerdem nicht die ausgebreitet gedachte Oberfläche gleichmäßig darstellen, sondern in der Weise verzerrt, wie man nothwendig die unebene Oberfläche einer großen Kugel aus einem Standpunkte sehen muß. Gegen den Rand hin sieht man immer schräger auf die Oberfläche, Kreise erscheinen da als immer flachere Ellipsen, und hinter einander liegende Berge decken sich mehr und mehr.

Ehe ich weiter auf die eigenthümliche Beschaffenheit der Mondoberfläche eingehe, muß ich Sie daran erinnern, daß der Mond keine Atmosphäre hat, wenigstens keine der der Erde analoge. Das ist gewiß sehr merkwürdig und wichtig. Es folgen gar viele andere Negationen daraus. Sie fragen vielleicht, wie weiß man, daß der Mond keine Atmosphäre hat? Zunächst muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß die Mondoberfläche immer auf dieselbe Weise, klar und hell, nie von Wolken oder Nebeln bedeckt erscheint, wie z. B. die der Venus und des Jupiter, welche oft bewölkt sind; das würde indessen noch nicht den Mangel einer Lufthülle überhaupt, sondern nur den Mangel einer wolkenbildenden Ursache in derselben erweisen. Der Beweis gegen die Atmosphäre ist viel schärfer. Es wird Ihnen bekannt sein, daß Lichtstrahlen beim Durchgang durch jedes durchsichtige Medium mehr oder weniger aus ihrer geradlinigen Richtung abgelenkt werden. Dieser Satz gilt für alle durchsichtigen Körper und für alle Arten Licht. Er gilt ganz besonders auch für unsere Atmosphäre, sie beugt jeden Lichtstrahl, der nicht rechtwinklig durch ihre Oberfläche eindringt, etwas, und um so mehr, in je tiefere, dichtere Luftschichten der Strahl gelangt. Daher kommt auf der Erde die Morgen- und Abenddämmerung, daher kommt es ferner, daß wir die Sonne, den

Mond und jeden Stern um etwas früher auf- oder später untergehen sehen, als der wahre Auf- und Untergang stattfindet. Die Sonne z. B. ist in Wirklichkeit schon ganz untergegangen, wenn ihr unterer Rand scheinbar eben erst den Horizont berührt. Wenn a b die Horizontlinie (Tangente) eines Punktes a auf

der Erde darstellt, so sieht man z. B. einen Stern c von a aus schon, ehe er den Horizont überschreitet, weil jeder von c ausgehende Lichtstrahl in unserer Atmosphäre in der Weise wie die Linie c a gebogen wird, so daß nun der Stern c durch diese Strahlenbrechung in d zu stehen scheint. Man schloß daraus sehr richtig, wenn der Mond eine Atmosphäre hätte, die nur einigermaßen der unseren analog wäre, die nicht geradezu eine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetz der Strahlenbrechung machte, so könnte er bei theilweiser Erleuchtung, d. h. in den einzelnen Mondphasen, keinen scharfen Schatten zeigen, wie es der Fall ist, sondern man müßte eine Dämmerungszone wahrnehmen, und es müßten sich auch an seinem Rande die Erscheinungen dieser Lichtbrechung beobachten lassen. Ein Fixstern, durch dessen Gesichtslinie der Mond hindurch geht, müßte z. B. etwas später verschwinden und etwas früher wieder erscheinen, als die Rechnung ohne Rücksicht auf Strahlenbrechung ergiebt. Das ist aber ebenfalls nicht der Fall. Der Stern verschwindet und erscheint genau in der berechneten Secunde. Wollte man nun auch annehmen, was sehr unwahrscheinlich ist, daß der Mondrand in allen bisherigen Beobachtungsfällen an den Passagepunkten des Sternes aus hohen Gebirgen bestehe, auf denen auch auf der Erde die Atmosphäre dünner und weniger stark

strahlenbrechend ist, als im Meeresniveau, so könnte man dadurch nach genauen Rechnungen doch höchstens eine 1/500 so dichte Atmosphäre, als die der Erde, für den Mond als möglich denken. Das würde aber eine so dünne Luft sein, wie wir sie kaum unter der Luftpumpe herzustellen vermögen, und das ist, wie gesagt, ein höchstens mögliches, keineswegs wahrscheinliches Maximum einer Mondatmosphäre. Für die Existenz einer solchen spricht vielmehr gar Nichts.

Wenn nun aber der Mond keine Atmosphäre hat, oder höchstens eine 1/500 so dichte als die Erde, so kann auch kein tropfbar flüssiges Wasser auf ihm bestehen, da dies ohne Luftdruck schon bei 0° sogleich kocht und dunstförmig wird, unter 0° aber gefriert. Als Dunst kann es aber in irgend beträchtlicher Menge auch nicht bestehen, sonst würde es Strahlenbrechung und Wolken hervorbringen. Wasser könnte demnach höchstens im starren Zustande, als Eis auf dem Monde vorhanden sein. Aber nachgewiesen ist es in keiner Weise. Der Mangel einer Atmosphäre und flüssigen Wassers macht zugleich jedes dem terrestrischen nur einigermaßen analoge organische Leben auf dem Monde unmöglich. Pflanzen und Thiere in unserem Sinne können da nicht bestehen. Es liegt auch ganz außer den Sphären unseres Denkens, für die Mondverhältnisse passende Organismen zu phantasiren. Der Mangel von Luft und Wasser beseitigt ferner von der Oberfläche des Mondes alle die Zerstörungen und Umbildungen der Form und Zusammensetzung, welche auf der Erde durch diese Agentien bedingt sind. Gerade dieser Umstand ist aber auch in den schroffen und wohlerhaltenen Formen der Mondoberfläche deutlich erkennbar. —

Diese Oberfläche ist außerordentlich uneben. Ueberall ragen Berge und Gebirge auf, deren Form und Höhe man zum Theil durch ihre Schatten annähernd bestimmen konnte. Man hat auf dem Monde weit über 1000 Berghöhen durch ihren Schatten gemessen, konnte aber auf diese Weise natürlich nur ihre Erhebung über die nächsten ebneren Gegenden bestimmen. Für eine Reducirung dieser Höhen auf eine normale Oberfläche fehlt ja ohnehin mit dem Meeresspiegel jedes Anhalten. Aber sie sind in Vergleich zu den Bergen der viel größeren Erde sehr beträchtlich, sehr viele derselben ragen mehr als 18,000 Fuß,

einer sogar über 22,000 Fuß über die nächste Umgebung empor; solche Gebirge haben wir kaum auf der Erde. —

Sehr interessant sind aber besonders auch ihre Formen. Es sind meist, nur deutlicher ausgeprägt und in der Größe mehr variirend, die unserer Krater und Erhebungskrater. Diese Formen sind auf dem Monde fast ganz allgemein. Wir erblicken da regelmäßige Ringgebirge von 20—30 Meilen Durchmesser, und kreisförmige Krater bis zu den geringsten Größen herab, die durch die Kraft der Instrumente erkennbar werden. Die kleineren stehen wie auf der Erde central in den größeren, oder in deren Rändern; unterscheiden sich aber durch ihre meist mehr hohlkugel- als trichterförmige Vertiefung, welche gewöhnlich ein tieferes Niveau erreicht, als die äußere Umgebung, und stets einen ebenen Boden hat. Diese Löcher sehen aus wie aufgeplatzte Blasen. Bei besonders günstiger Beleuchtung und starker Vergrößerung hat Kunowski in einer für gewöhnlich eben erscheinenden Mondgegend die ganze Oberfläche mit solchen kleinen Blasen bedeckt gesehen, so daß sie ganz unzählbar waren. Dadurch wird nach Mädler eine eigenthümliche Beleuchtung der Oberfläche hervorgebracht. —

Solche Unterschiede des Lichtreflexes zeigen sich überhaupt auf der Mondoberfläche mehrfach; es giebt da dunkle Stellen, die man Meere genannt hat, und besonders helle Streifen, die, von größeren Ringgebirgen ausgehend, sich strahlenartig über mehr als 100 Meilen ausbreiten, ohne eine Aenderung in der allgemeinen Oberflächengestaltung hervorzubringen. Man weiß nicht, woher diese hellen Streifen rühren, deren z. B. vom Ringgebirge Tycho über 100 auslaufen. Vielleicht sind es mit einem hellen Gestein erfüllte Gangspalten. —

Außer den Ringgebirgen, Kratern und einzelnen Kegelbergen, zeichnen die Mondoberfläche auch noch die sogenannten Rillen aus, grabenartige meist ziemlich gerade Vertiefungen von 2 bis 30 Meilen Länge, welche zuweilen kleine Krater ganz durchschneiden. Wenn es nicht am Ausgehenden offene Spalten sind, so haben wir auf der Erde gar nichts Analoges.

Diese Oberfläche hat sich, so lange sie genau beobachtet wird, unveränderlich gezeigt. Man sah keinen neuen Berg sich erheben, keinen Vulkan in Thätigkeit, keinen Krater sich öffnen

oder einstürzen, Erscheinungen, die in demselben Zeitraume, in welchem man den Mond genau beobachtet, auf der Erde schon mehrfach sich ereignet haben. Nur Robert Hart glaubt am 27. Dec. 1854 Spuren vulkanischer Thätigkeit auf der Mondoberfläche beobachtet zu haben und schrieb darüber eine Notiz in dem Philosophical Magazine Vol. 9 p. 238.

Man kann hiernach geneigt werden, an eine abgeschlossene Entwickelung der Mondoberfläche zu glauben, an eine Erkaltung, die so weit vorgeschritten ist, daß alle Stoffe sich im starren Zustande befinden, und da die Geologen für die Erde einen Entwickelungsproceß durch Erstarrung anzunehmen pflegen, so könnte man vermuthen, daß sie einem gleichen Schicksal entgegenginge, und daß der Mond einst auch eine Periode organischen Lebens gehabt habe. Doch das sind Fragen, die zwar nicht entschieden werden können, auf die wir aber dennoch später zurückkommen, wie denn auch die Beschaffenheit der Mondoberfläche im 66. Brief zum 3. Bande ausführlicher besprochen wird.

Es ist nach dem Vorstehenden nicht weiter nöthig, hier auf die sonderbaren Berichte von der Mondoberfläche einzugehen, welche einst in Herschel's Namen als Scherz, unter dem Namen eines Münchner Astronomen aber in vollem Ernst verbreitet wurden. —

Neunter Brief.

Kometen.

„Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenseitigen Anziehung an einander gefesselt, die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentrischer Ringe, die wenigstens einem der äußeren Planeten zugehören. Es bleibt uns noch übrig, unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreisenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Kometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Vertheilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unsichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung abwägt, so findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erstaunt. Schon Keppler sagte mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Kometen, als Fische in den Tiefen des Oceans." v. Humboldt S. 104.

Die Kometen, die man auch wohl Irrsterne genannt, konnten beinahe bestimmt scheinen, den menschlichen Verstand in die

Irre zu führen. Auf der anderen Seite haben sie aber auch dazu gedient, den hohen Grad von Schärfe zu beweisen, dessen er fähig ist, und den Unterschied zu zeigen zwischen wahrer Induction und phantastischer Speculation.

Während alle Planeten mit ihren Monden sich, wie wir gesehen haben, innerhalb eines platten, man könnte sagen linsenförmigen Raumes, in der Kreisform genäherten Ellipsen und zwar alle nach derselben Richtung bewegen, machen die Kometen hiervon z. Th. merkwürdige Ausnahmen. Die langen Aren ihrer viel mehr von der Kreisform abweichenden Bahnen stehen z. Th. fast rechtwinklig auf jener mittleren Ebene, von welcher die Planetenbahnen verhältnißmäßig nur wenig abweichen, und die Richtung ihrer Bewegung ist z. Th. geradezu eine entgegengesetzte, eine rückläufige. Trotz dieser wichtigen Abweichungen sind aber die Kometen doch keineswegs emancipirt von den im 6. Brief entwickelten allgemeinen Bewegungsgesetzen, ihnen folgen sie überall, und wenn sie dabei den Hypothesen über die Entstehung unseres Sonnensystemes durch die besondere Natur ihrer Bahnen manche Schwierigkeit bereiten, so sind das eben nur Schwierigkeiten, und jenes nur Hypothesen.

Sie wissen, wie man sonst die Kometen für Zornruthen des Himmels, für Verkünder menschlicher Schicksale gehalten hat. Aber abgesehen von diesen kindlichen Ansichten, hat die Naturphilosophie an ihnen auch ihre kindischen Deutungen versucht. Oken sagt z. B. in seiner Naturphilosophie: „die Kometen sind zeitliche Gerinnungen des Aethers durch das Licht, d. i. durch Einwirkung eines schon polar gewordenen Aethers auf den noch mehr indifferenten, sie sind die fortgesetzte Schöpfung" — „sie sind geronnener Aether in Gestalt des Bahnenringes. Dieser zerrissene Bahnenring ist der Schweif." Sie verstehen das hoffentlich ebenso wenig als ich, und glücklicher Weise theilen wir dieses Schicksal mit den Astronomen und Physikern von Fach. Carus vergleicht dagegen die Kometen den Blutbläschen, welche durch die weit gestreckten Bögen der Gefäße des menschlichen Körpers circuliren. Sie sehen, die Anwendung des menschlichen Verstandes ist eine mannichfache, und das wird Ihnen in diesem Falle noch deutlicher werden, wenn Sie außer v. Humboldts geistvoller Behandlung dieses Gegenstandes

auch noch Bessels gediegene Ansichten über das Wesen der Kometen lesen, und namentlich über die Schweifbildung die sich auf zahlreiche eigene und fremde Beobachtungen dieser merkwürdigen Himmelskröper, besonders des Halley'schen i. J. 1835 gründen.

„Die Beschaffenheit des Kerns der Kometen verdient zuerst in Betrachtung gezogen zu werden, indem er die Quelle aller Erscheinungen ist, welche sie entwickeln. Die Massen der Kometenkerne scheinen, vergleichungsweise mit der Masse der Planeten, äußerst klein zu sein; ihr nicht festes, mehr oder weniger durchsichtiges Ansehen läßt dieses wahrscheinlich erscheinen; auch weiß man, daß der Komet von 1770, welcher sehr nahe bei der Erde vorbeiging, dennoch aber ihre Bewegung nicht bemerkbar störte, eine so kleine Masse besitzt, daß sie nicht auf den fünftausendsten Theil der Erdmasse geschätzt werden kann. Trotz der wahrscheinlich äußerst geringen Menge körperlicher Materie, welche die Kometen enthalten, kann man sie aber nicht als aus einer gasartigen Flüssigkeit bestehend annehmen; wenigstens nicht aus einer solchen, deren Dichte verschwindet, wenn sie keinen Druck erleidet: denn eine Masse dieser Art würde sich nothwendig gänzlich zerstreuen. Auch scheint der Mangel einer Strahlenbrechung im Nebel des Kometen zu zeigen, daß nicht einmal dieser, geschweige denn der Kern, von welchem er ausgeht, eine gasartige Flüssigkeit ist. Indessen haben die Kerne der Kometen die Eigenschaft, sich leicht und in fast unbegreiflichem Maße zu verflüchtigen; ihre Oberflächen sind ohne bestimmte Grenzen, und scheinen daher in dem Zustande der Verflüchtigung begriffen zu sein; ihre Nebelhüllen und Schweife füllen Räume aus, welche unvergleichlich viel größer sind als ihre Kerne, und welche dennoch augenscheinlich durch Materie gefüllt werden, welche aus den Kernen ausgeht, während sie sich in der Nähe der Sonne befinden. Dieses Alles wird mit der mehr oder weniger festen Verbindung der Bestandtheile der Kometen, welche ihre schwingende Bewegung fordert, vereinigt, wenn man sie als aus einer Masse von sehr lockeren Theilchen bestehend annimmt, welchen nur wenig an der Wärme fehlt, welche hinreichend ist, sie zu verflüchtigen. Nach dieser Ansicht wird die Verflüchtigung desto heftiger, je tiefer die Kometen zur Sonne herabkommen, und je länger sie in ihrer Nähe verweilen.

Daß diese Verflüchtigung selbst und der damit verbundene Verlust an wirksamer Wärme das Mittel werden kann, die Kometen vor gänzlicher Zerstreuung zu schützen, hat schon Laplace bemerkt."

„Jede Wirkung eines Körpers auf einen anderen kann in zwei Theile zerlegt werden, deren einer für alle Theile des letzteren gleich ist, während der andere aus den Unterschieden der Wirkung auf verschiedene Theile entsteht. Diese beiden Wirkungen trennen sich in den Erfolgen, welche sie haben; die Anziehung der Erde durch die Sonne erzeugt z. B. durch ihre, allen Theilen der Erde gemeinschaftliche Wirkung die Umlaufsbewegung derselben; der Unterschied der Anziehungen auf verschiedene Theile der Erde zeigt sich in den Erscheinungen der Ebbe und Fluth, und in der Vorrückung der Nachtgleichen. Je größer die Entfernung der beiden Körper von einander ist, desto kleiner ist der zweite Theil der Wirkung, vergleichungsweise mit dem ersten. Dieses ist allgemein und findet also auch bei den Kometen seine Anwendung. Wenn ein Komet aus großer Entfernung zu der Sonne herabkömmt, so muß die allen seinen Theilen gemeinschaftliche Wirkung der Sonne früher merklich werden, als die zweite. Jene kann, weil sie allen Theilen gemeinschaftlich ist, keinem Theile des Kometen eine Eigenschaft mittheilen, welche sie allen anderen nicht auch mittheilte; sie kann also auch nicht die Polarisirung erzeugen, welche wir an den Kometen (als Schweifbildung) bemerkt haben; aber sie kann eine Verflüchtigung der Masse des Kometen hervorbringen, welche sich an allen Punkten seiner Oberfläche zeigt, und welcher vermuthlich die runden Nebelhüllen zuzuschreiben sind, von welchen wir die Kerne jedesmal umgeben sehen, wenn sie sich noch in weiten Entfernungen befinden. Ich nehme nun an, daß die flüchtig gewordenen Theilchen der Sonne feindlich polarisirt sind, daß also der Raum um den Kometen mit so polarisirter Materie gefüllt ist und fortwährend damit gefüllt wird. Später erst kann der zweite Theil der Wirkung der Sonne merklich werden; dieser allein kann die Polarisirung des Kerns des Kometen, wenn sie nicht ursprünglich vorhanden ist, erzeugen, und die vorzugsweise Ausströmung nach der Sonne hervorbringen. Zeigen die Beobachtungen diese beiden Erscheinungen, wie bei dem Halley'schen Kometen der Fall war, so kann nicht

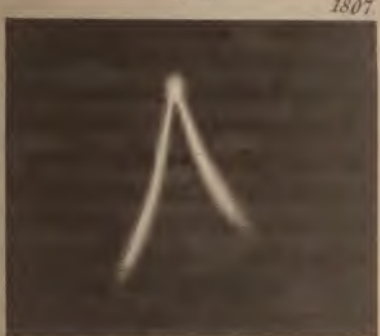
geläugnet werden, daß eine Ausströmung, indem sie aus dem der Sonne zugewandten, also ihr freundlich polarisirten Theile der Oberfläche hervorgeht, auch dieselbe Polarisirung besitzt oder der Sonne freundlich ist und sich ihr folglich zu nähern sucht. Daß die ausgeströmten Theilchen dennoch von der Sonne zurückgestoßen werden, wie die Beobachtungen außer Zweifel setzen, erkläre ich dadurch, daß der Raum, in welchem die Ausströmung stattfindet, schon mit der Sonne feindlich polarisirter Materie gefüllt ist, wodurch die entgegengesetzten Polaritäten sich ausgleichen, und die ausströmenden Theilchen desto mehr von ihrer ursprünglichen Eigenschaft verlieren und desto mehr die entgegensetzte annehmen, je weiter sie sich von dem Kerne des Kometen entfernen. In einer gewissen Entfernung von dem Kometen findet sich dann nur der Sonne feindlich polarisirte Materie, welche also die Abstoßungskraft erfährt, welche die Beobachtungen gezeigt haben.

„Durch diese Ansicht werden die verschiedenen Erscheinungen, welche ich an den Kometen wahrgenommen habe, unter einander in Verbindung gebracht. Ich bin übrigens der Meinung, daß die Stärke der wirkenden Polarkraft von der Entfernung des Kometen von der Sonne abhängig ist; auch daß nicht angenommen werden darf, daß die vorzugsweise der Sonne zuströmende Materie genau dieselben Eigenschaften besitze, welche die von der Oberfläche des Kerns im Allgemeinen ausströmende besitzt. Specifische Unterschiede dieser Art haben sich an den Schweifen einiger Kometen gezeigt. Der Schweif des Kometen von 1769 hatte z. B. zwei verschiedene Schenkelpaare (s. Lithogr.), welche aus der Theorie nur hervorgehen, wenn man der Ursache, durch welche ich oben ein Schenkelpaar, wie es der Komet von 1811 zeigte, erklärt habe, für verschiedene Theilchen zwei verschiedene Werthe beilegt. Der Komet von 1807 zeigte zwei Schweife, welche in gleicher Richtung von dem Kerne ausgingen, deren einer länger und gerader, der andere kürzer nnd stark gekrümmt war; die Erklärung dieser Erscheinung fordert, daß man der Kraft, mit welcher die Sonne auf die den Kometen verlassenden Theilchen wirkt, für verschiedene Theilchen zwei verschiedene Werthe gebe."

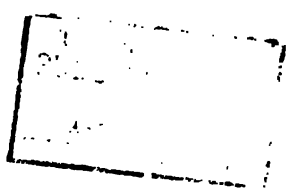
„Die allerauffallendste Form hat der Schweif des Kometen

N°1. 1769

N°2. 1807.



N°3. 1824.



von 1824 gezeigt: er bestand aus zwei Theilen, deren einer der Sonne zu, der andere von ihr abgewandt war; diese Ausnahme von der allgemeinen Regel wird, der dargelegten Ansicht zufolge, möglich, wenn man annimmt, daß die Polarisirung des Kometen und die Ausströmung zu der Sonne sich eingefunden haben, während der den Kern umgebende, feindlich zur Sonne polarisirte Nebel noch nicht oder nicht in hinreichender Menge vorhanden war. In diesem Falle konnte die der Sonne freundliche Polarisirung nicht neutralisirt werden, und die dieselbe besitzende Materie konnte eben so ungehindert zu der Sonne gehen, als die entgegengesetzte von ihr ab.“ [1])

Sie finden im Kosmos, daß man erkannt hat, das Licht der Kometen müsse wenigstens zum größeren Theil zurückgeworfenes Sonnenlicht, könne nicht eigenes Kometenlicht sein, weil es sich polarisirt zeigt. Sie wollen nun wissen, was es mit dem polarisirten Licht für eine Bewandtniß hat. Um Ihnen das ganz deutlich zu machen, müßte ich sehr weit ausholen. Ich werde aber versuchen, Ihnen den auffallendsten Unterschied zwischen ursprünglichem und reflectirtem, polarisirtem Licht zu erklären.

Jeder gewöhnliche Lichtstrahl zeigt nach allen Seiten hin dieselben Eigenschaften. Fängt man ihn z. B. durch einen Spiegel auf, so wird er stets reflectirt, welches auch die Lage des Spiegels gegen den Strahl sein mag. Es giebt aber Lichtstrahlen, welche nicht nach allen Seiten hin dieselben Beziehungen zeigen, und dahin gehören z. B. alle durch nicht metallische (durch strahlenbrechende) Körper reflectirte Lichtstrahlen. Diese zeigen, z. B. wenn man sie zum zweiten Male auf einen nicht metallischen Spiegel fallen läßt, ein verschiedenes Verhalten je nach der Richtung, in welcher sie einfallen. Diese Eigenthümlichkeit, welche Malus im Jahr 1808 entdeckte, wird mit dem Namen Polarisation bezeichnet, und die mit ihr behafteten Lichtstrahlen nennt man polarisirt.

Es giebt verschiedene Mittel, um gewöhnliches Licht zu polarisiren, oder polarisirtes als solches zu erkennen. Das einfachste dieser Mittel sind, wie erwähnt, nicht metallische Spiegelflächen. Fällt ein gewöhnlicher Lichtstrahl unter einem bestimmten, von der lichtbrechenden Kraft der Spiegelsubstanz abhän-

gigen Winkel (bei Glas unter 35° 25′) auf die Spiegelfläche, ſo iſt der reflectirte Strahl vollkommen polariſirt, und wird, wenn man ihn unter demſelben Winkel durch einen gleichen Spiegel reflectiren läßt, nach und nach unſichtbar, wenn man deſſen Fläche aus einer urſprünglich dem erſteren Spiegel parallelen Streichrichtung bis 90° dreht, ſo daß nun die Neigungsrichtung beider Spiegel um 90° von einander abweicht. Der oben angegebene Polariſationswinkel von 35° 25′ für Glas braucht nicht genau erfüllt zu ſein, aber je mehr er erfüllt iſt, um ſo vollſtändiger iſt die Polariſation. Alles von nicht metalliſchen Oberflächen reflectirte Licht iſt daher theilweiſe polariſirt, und Sie werden nun leicht begreifen, wie man durch Unterſuchung des Lichtes der Himmelskörper ermitteln kann, ob es erborgt, oder ihnen eigenthümlich iſt.

Ihnen hier Mehr über die Kometen zu ſchreiben, halte ich für überflüſſig, da nicht nur der Kosmos, ſondern auch der 74. Brief zum 3. Bande ſich ſehr ausführlich darüber verbreitet.

Zehnter Brief.

Meteorſteine und Sternſchnuppen.

„Sternſchnuppen, Feuerkugeln und Meteorſteine ſind mit großer Wahrſcheinlichkeit als kleine, mit planetariſcher Geſchwindigkeit ſich bewegende Maſſen zu betrachten, die im Weltraume nach den Geſetzen der allgemeinen Schwere in Kegelſchnitten um die Sonne kreiſen.“

„Die verſchiedenen Meteorſtröme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zuſammengeſetzt, ſchneiden wahrſcheinlich unſere Erdbahn, wie das der Komet des Biela thut.“

v. Humboldt S. 120 und 131.

Es war nur natürlich, daß die Alten die Sternſchnuppen für vom Himmel fallende Sterne hielten. Aber ſchon die Griechen erkannten, daß in ähnlicher Weiſe, von bedeutenderer Feuererſcheinung begleitet, zuweilen Steine vom Himmel fallen, ja Plinius[3]) erzählt ſogar, daß Anaxagoras den Fall eines ſolchen Steines richtig voraus verkündet, und daß Zoroaſter ſich

eines solchen Steines zu magischen Künsten bedient habe. Man hielt diese vom Himmel gefallenen Steine überhaupt für wunderthätig und nannte sie Bätylien. v. Dalberg schrieb ein besonderes Werk über den Steindienst der Alten[4]) und sagt darin unter Anderem: „Bätylien hießen sie, ein Name, der nicht ursprünglich griechisch, sondern, wie Eusebius nach Philo von Biblos dem Uebersetzer des Sanchuniathon zeigt, phönicisch ist; belebte Steine nennt sie dieser Geschichtschreiber und sagt, der Gott Cölus habe sie mit kühner Kunst gebildet; aber Betül war einer der 4 Kinder des Himmels (Uranos) und der Erde (Gea), deren drei andere Saturn, Dajo und Atlas hießen. Diesen Betylas (Sohn des Himmels), der Phönicier Gott, muß man daher sorgfältig von den kleinen Betylen unterscheiden, die, wie der Aberglaube wähnte, von kleinen Göttern bewohnt werden, welche ihnen magische Kräfte beilegen." Ein ähnlicher Steincultus fand sich auch bei den alten Merikanern, und findet sich noch jetzt in Aschanti, an der Küste von Guinea. Mit bunten Lappen umwickelte Magnetsteine verehrt man da als Götzen. Da aber die Priester behaupten, diese ihre Götter fielen von Zeit zu Zeit vom Himmel, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß Meteorsteine dazu die Veranlassung gegeben haben.

v. Humboldt zeigt, daß Alles, was man Sternschnuppe, Feuerkugeln und Meteorsteine zu nennen pflegt, kleine Himmelskörper sind, die theils zerstreut (kometenartig), theils in planetenbahnähnliche ringförmige Zonen gruppirt die Sonne umkreisen. Ein solcher planetarischer Ring kosmischer Körper (oder mehrere) durchschneidet, wie es scheint, unsere Erdbahn, und bringt dadurch die periodischen Sternschnuppenschwärme zur Erscheinung, welche seit einigen Jahren die Aufmerksamkeit der Astronomen und Physiker im hohen Grade auf sich gelenkt haben. Wenn aber diese kleinsten kosmischen Körper sich in ihrer Bahn der Erde sehr nähern, so gerathen sie in die Macht ihrer Attraction und fallen als Meteorsteine nieder. Als die einzigen Proben außerirdischer Körper, welche uns zu näherer Untersuchung geboten werden, müssen sie jedem denkenden Forscher ein hohes Interesse abgewinnen. Es ist merkwürdig genug, daß ihre Bestandtheile dieselben sind, wie die unserer Erde; zwar bei weitem nicht alle irdischen Stoffe hat man bis jetzt in ihnen

aufgefunden, aber nur irdiſche, und dieſe oft in Verbindungen, wie ſie in gewiſſen vulkaniſchen Geſteinen der Erde, namentlich in den Doleriten, ſich vorfinden. Ziemlich nahe liegt es, darauf die Vermuthung zu gründen, daß dieſe Verbindungen von Pyroxen, Feldſpath, Olivin, Eiſen u. ſ. w. primitive, d. h., daß die den Meteormaſſen ähnlichen Laven nicht umgeſchmolzene Geſteine, ſondern emporgepreßte Theile einer heißflüſſigen Urmaſſe ſind. Wenn dabei der Eiſengehalt der Meteorſteine oft viel größer als der der doleritiſchen Laven iſt, ja wenn ſie zuweilen ganz aus gediegenem Eiſen beſtehen, ſo könnte dieſer Unterſchied leicht erklärt werden, wenn wir vorausſetzen dürften, der Metallgehalt des Erdkörpers habe ſich nach den Geſetzen der Schwere vorzugsweiſe gegen ihren Mittelpunkt hin concentrirt, und komme deshalb in den Producten der Oberfläche weniger zur Erſcheinung, zumal da hier das leicht oxydirbare Eiſen, wo es in kleinen Mengen mit emporgeriſſen ward, ſich überall mit Sauerſtoff verbunden hat, und deshalb faſt niemals gediegen auftritt. Mit ſolcher Annahme ſteht die berechnete höhere Dichtigkeit (Schwere) des Erdinnern (im Vergleich zur Kruſte) im beſten Einklange.—

Die Zuſammenſetzung der Meteorſteine lehrt uns ſonach, daß viele Grundſtoffe unſeres Erdkörpers eine allgemeinere, vielleicht ganz allgemeine Verbreitung in unſerem Sonnenſyſtem haben. Wir dürfen vermuthen, daß es Weltſtoffe ſind. Damit ſteht auch die berechnete ganz ungleiche Dichtigkeit der Sonne, der Planeten, der Monde und Kometen nicht in Widerſpruch, denn dieſe Ungleichheit kann theils durch ungleiche Vertheilung der ungleich dichten Stoffe im Sonnenſyſtem, theils aber auch durch ihre örtlich ungleichen Aggregatzuſtände bedingt ſein.

Die Meteorſteine gewähren noch ein anderes geologiſches Intereſſe. Während wir aus ihrem kosmiſchen Urſprung ſchließen müſſen, daß ſie, ſo lange die Erde als Planet beſteht, zuweilen auf ſie herab gefallen ſind, ſo iſt es doch ſonderbar genug, daß man in den älteren Geſteinsablagerungen noch nirgends einen deutlichen Meteorſtein aufgefunden hat. Sei es nun, daß in dem kurzen Zeitraume ſorgfältiger geognoſtiſcher Beobachtung die Blicke der Geognoſten zufällig noch nicht darauf gefallen ſind, oder daß die meteoriſchen Maſſen, durch Zer-

setzung unkenntlich geworden, sich nicht mehr als solche nachweisen lassen. —

Eine nickelhaltige Eisenmasse, die man 31½ Fuß tief in den Goldsandlagern von Petropawlowsk am Altai gefunden hat, ist das einzige sicher erkannte Beispiel eines wahrscheinlich vorhistorischen Meteorsteinfalles. Doch ist das Alter dieser Goldsandlager nicht genau bekannt und wahrscheinlich, geologisch betrachtet, ein sehr geringes.

Gestatten Sie, daß ich Ihnen als ein lehrreiches Beispiel noch den Bericht über einen der neueren Meteorsteinfälle mittheile, der gerade von recht merkwürdigen Umständen begleitet war.

„Am 14. Juli 1847 des Morgens ¾ auf 4 Uhr, als der östliche unbewölkte Horizont in schöner Morgenröthe erglühte, während den westlichen eine dunkle Wolkenwand bedeckte, wurden die Bewohner von Braunau in Böhmen durch zwei auf einander folgende heftige Explosionen von Kanonenschußstärke und zwar in dem Zeitraum, der zum Abfeuern einer Doppelflinte nöthig ist, aus dem Schlafe geweckt und in Schrecken gesetzt. Es war durch das ganze Braunauer Ländchen, vom Hutberge aus bis Wünschelberg und Albendorf in der Grafschaft Glatz, ein heftiges, mehrere Minuten dauerndes Sausen und Brausen hörbar. Die Menschen eilten an die Fenster und ins Freie. Herrn Oberförster Pollack verdanken wir folgende Erzählung hierüber. Es bildete sich bei sonst ziemlich wolkenfreiem Himmel, an dem noch einige Sterne glänzten, über dem von Braunau aus nordöstlich gelegenen Dorf Hauptmannsdorf eine kleine schwarze Wolke, die sich während ihres Hin- und Hertreibens zu einem horizontalen Streifen geformt hatte. Diese Wolke sah man mit einem Male in feuriges Erglühen versetzt, nach allen Richtungen Blitze zucken, gleichzeitig zwei Feuerstreifen scheinbar aus ihr nach der Erde niederfahren, worauf die beschriebenen Kanonenschläge erfolgten. Gleich darauf sah man an dem Punkte der feurigen eine aschgraue Wolke von rosettenartigem Umriß längere Zeit stehen, die, nach Nordost und Südwest sich theilend, in Streifen auslief und endlich verschwand, wobei deutlich wahrzunehmen war, in wie großer Bewegung sich die Luft in jenem Punkte befand.

Auf Grund dieser Erscheinung machte Herr Pollack sofort

den sehr richtigen Schluß auf einen Meteorsteinfall, während die meisten anderen Menschen der Meinung waren, es müsse der Blitz an mehreren Orten eingeschlagen haben. Es verbreitete sich auch alsbald die Nachricht, daß dies auf einem Ackerraume bei Hauptmannsdorf der Fall gewesen sei. Ein Mann, Namens Trenner aus Hauptmannsdorf, wollte es gesehen haben. Man fand diese Nachricht in so fern bestätigt, als man an dem bezeichneten Punkte ein 3 Fuß tiefes Loch in der Erde und in der Tiefe desselben eine heiße Masse vorfand, die beim Nachgraben, 6 Stunden nach dem Niederfallen, noch so heiß war, daß sie nicht berührt werden konnte. Sie wog 42¼ Pfund östr. und wurde zunächst nach Braunau, dann an das k. k. Museum zu Wien abgeliefert. Die äußere Form derselben ist die eines unregelmäßig verschobenen, mit lauter Concavitäten bedeckten Vierecks. Die Concavitäten haben meist eine unregelmäßig sechseitige Form. Die ganze Masse ist äußerlich eisengrau angelaufen und nur in der Tiefe einiger der Concavitäten mit einem gelbbraunen Ueberzuge versehen, auf welchem kleine glimmerartig metallisch glänzende Blättchen sitzen. Auf dem Bruch zeigt die Masse deutlich krystallinisches Gefüge und Metallglanz. Ihr specifisches Gewicht beträgt 7,7142; es ist Meteoreisen. Dasselbe ist härter als die besten Stahlmeisel, erglüht im Schmiedefeuer rasch und läßt sich dann leicht hämmern. Gleichzeitig verbreitete sich die Nachricht, der Blitz habe auch in das ¼ Stunde von Braunau gelegene Domicialhaus in dem sogenannten Ziegelschlage eingeschlagen, ohne zu zünden. Herr Pollack, welcher sich an Ort und Stelle verfügte, fand in dem Schindeldache des Hauses ein kopfgroßes Loch, außerdem eine Latte, einen Sparren, den Lehmestrich, nebst dem darin liegenden Holzrahmen diagonal durchschlagen, und in der südöstlichen Bindewand der Kammer eine Zertrümmerung, worunter das Meteor mit vielem Fleiß gesucht, jedoch erst am folgenden Tage gefunden wurde. Dieses Stück wiegt 30 Pfund 16 Loth, und ist blos in seiner äußeren Hauptform von dem Hauptmannsdorfer verschieden. Die 6eckigen Concavitäten sind an ihm noch deutlicher, tiefer und mit mehr röthlichbraunem Oxyd belegt. Beim Durchschlagen des Estrichs sind Strohtheile in seine Oberfläche eingeschmolzen."

A. Duflos und W. Fischer[5]) fanden diesen Meteorstein zusammengesetzt aus:

91,82	Eisen,
5,517	Nickel,
0,529	Kobalt,
0,072	Kupfer, Mangan, Arsen, Calcium, Magnesium, Silicium, Kohlenstoff, Chlor, Schwefel,

welche Bestandtheile darin zu drei verschiedenen Körpern vereinigt zu sein scheinen.

Aus der Entfernung, in welcher die beiden Bruchstücke von einander gefunden wurden, und aus ihrem Einfallswinkel hat man berechnet, daß das Zerspringen des Meteors ungefähr in einer Höhe von 39,500 Fuß erfolgt ist.

Es ist, wie v. Humboldt bemerkt, wahrscheinlich, daß eine große Zahl von Meteorsteinfällen unbeachtet vorüber geht, und daß gewiß sehr viele solche Steine in uncivilisirten Ländern oder auf dem Boden des Meeres liegen, wo sie zum Theil einer allmäligen Zersetzung entgegengehen. Man kann nicht annehmen, daß in Frankreich mehr Meteormassen niederfallen als in anderen Erdtheilen; da nun in diesem Lande von 6000 Quadratmeilen Flächenraum innerhalb 26 Jahren 10 Meteorsteinfälle beobachtet worden sind, und da dieser Flächenraum nur ungefähr $^1/_{2000}$ der ganzen Erdoberfläche beträgt, so läßt sich erwarten, daß in diesem Zeitraume überhaupt etwa 20,000 Meteorsteine auf die Erde gefallen sind, was für jedes Jahr über 700, und für jeden Tag durchschnittlich etwa 2 beträgt.

So viel wird hier vorläufig genügen, da der 76. Brief zum 3. Bande sich noch ausführlich mit diesem Gegenstande beschäftigt.

Elfter Brief.

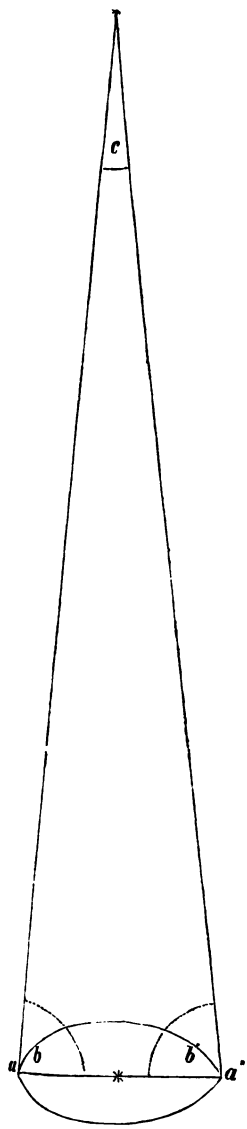
Entfernung der Fixsterne.

„Wenn wir in der linsenförmigen Sternenschicht, zu der wir gehören, unsere Sonne mit den anderen sogenannten Fixsternen, also mit anderen selbstleuchtenden Sonnen vergleichen, so finden wir wenigstens bei einigen derselben Wege eröffnet, welche annäherungsweise, innerhalb gewisser äußersten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Masse, und der Geschwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abständen der Sonne von der Erde an, so ist der Centralkörper unseres Planetensystems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von 61 im Sternbilde des Schwans fast 31300, von α im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt.

v. Humboldt S. 153.

Sie fragen, wie war es möglich diese ungeheueren Entfernungen von Weltkörpern überhaupt, wenn auch nur annäherungsweise zu bestimmen. Ich will versuchen Ihnen eine ungefähre Idee davon zu geben, eine vollständige Ausführung des Gegenstandes würde allerdings mehr mathematische Kenntnisse voraussetzen, als ich erwarten kann.

Der Organismus unseres Sonnensystems war bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit bekannt, die gegenseitige Lage der fernen Fixsterne durch unzählige Beobachtungen ihrer Erscheinung nach bestimmt und schon in der Glanzperiode der morgenländischen Völker an der scheinbaren Himmelsfläche in phantastische Figuren — zu Sternbildern — eingerahmt, um bei so geistloser Aufzählung dem Gedächtniß durch poetische Beziehungen zu Hülfe zu kommen, ehe es gelang, die Entfernung eines einzigen Fixsternes zu messen. Wahrhaft unermeßlich konnte man bis dahin diese Größen nennen. Menschlicher Scharfsinn und Ausdauer haben auch diese Schranke durchbrochen, welche nur eine Zeit lang unser Wissen beengte. Ein Fixstern gemessen, läßt hoffen, daß viele meßbar sind. Man hat die Parallaxe einiger Fixsterne gefunden, d. h. man hat einen kleinen Unterschied der Beobachtungswinkel b und b′ gemessen, wenn man den Stern aus zwei diametral gegenüberstehenden Regionen oder Punkten der Erdbahn a und a′ beobachtet, und daraus läßt sich dann der Winkel c finden und



die Entfernung des Sternes x von a berechnen. Um solche Winkeldifferenzen, nicht größer als einige Zehntel einer Secunde, zu bestimmen, dazu gehört natürlich eine sehr große Vollkommenheit der Instrumente und vielfache Wiederholung sehr sorgfältiger Beobachtungen.

Bessel hat das äußerst complicirte Verfahren, welches er anwendete, um bis zum Jahre 1838 die erste Parallaxe eines Fixsternes, die des Doppelsternes 61 im Schwan, zu finden, in seinen durch Schumacher i. J. 1848 herausgegebenen Vorlesungen I. umständlich und auch für Nichtastronomen verständlich beschrieben. Es waren dabei die eigene Bewegung der Sonne und des Fixsternes, sowie die Verzögerung des Lichtes in Rechnung zu ziehen, was das ganze Verfahren außerordentlich complicirt machte. Zudem konnten die Winkel nicht direct gemessen, sondern nur aus vergleichenden Beobachtungen berechnet werden.

Bessel sagt am Schlusse seiner Darstellung: „Nimmt man die gefundene Größe der jährlichen Parallaxe des 61. Sternes des Schwans (0″,3136) als den wahren Werth derselben an, so folgt daraus seine Entfernung von der Sonne gleich 657700 Halbmessern der Erdbahn. (Also die Entfernung von a nach x 657700 mal so groß als die von a nach ×.) Das Licht gebraucht etwas über 10 Jahre, um diese große Entfernung zu durchlaufen. Sie ist so groß, daß sie nur begriffen, nicht aber versinnlicht werden kann. Alle Versuche,

sie anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden soll, oder an der Größe der Zahl der Wiederholungen der Einheit. Die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, ist nicht anschaulicher als die, die es in 10 Jahren zurücklegt; wählt man dagegen eine anschauliche Einheit, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, welche ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so muß man 68000 Millionen solcher Tagereisen, oder fast 200 Millionen Jahresreisen zur Angabe der Entfernung des Sternes machen. — Aber jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche die auf der Erde zugänglichen weit überschreitet, verfehlt ihren Zweck und artet in das Kindische aus."

Zwölfter Brief.

Bewegung der Fixsterne.

„Unsere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und fast nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden, doch um den gemeinsamen Schwerpunkt des ganzen Systemes kreisend, welcher bisweilen in sie selbst fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharrt. Ganz verschieden von dieser Erscheinung ist die translatorische Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnensystems im Weltraume. Sie geschieht mit einer solchen Schnelligkeit, daß, nach Bessel, die relative Bewegung der Sonne und des 61. Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographische Meilen beträgt. Dieser Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers merklich würde."

v. Humboldt S. 149.

Die eigene Bewegung der Fixsterne und unserer Sonne entdeckte man zuerst, als man bemüht war, die Parallaxen der Fixsterne zu suchen; so führen oft die eifrig gesuchten zu ganz unerwarteten und neuen Resultaten. Ich habe Ihnen schon erzählt, daß Herschel durch dieselbe Veranlassung die besondere

Natur der wahren Doppelsterne auffand. Wenn Sie sich die fast unermeßliche Schnelligkeit aller dieser kosmischen Bewegungen vorstellen, so wird Ihnen dadurch recht klar werden, wie groß ihre Entfernungen sein müssen, da unser Sternenhimmel Jahrtausende beobachtet und beschrieben worden ist, ohne daß man Veränderungen in den Stellungen der Sterne bemerkte, die man deshalb, wie sich nun gezeigt hat, mit Unrecht, Fixsterne nannte. In jeder Minute bewegen sie sich wohl mehr als 500 Meilen, und doch hat man Jahrtausende lang diese Bewegung nicht bemerkt. Wohl eben so schnell bewegt sich unsere Erde mit der Sonne durch den Weltraum, und erstere zugleich in jeder Minute 240 Meilen in ihrer Bahn um die Sonne, wodurch allerdings während einer (der rückgängigen) Periode des Umlaufes die Fortbewegung im Weltraume gemindert wird. Dennoch erscheint uns die Landschaft des Himmelsgewölbes an jeder Stelle stets unverändert. Erlauben Sie mir, daß ich Sie auf den großen Unterschied aufmerksam mache, der zwischen diesen Erscheinungen stattfindet und denen, welche wir auf der Erde zu sehen gewohnt sind. Wenn wir im Dampfwagen, jede Minute höchstens $^1/_{10}$ einer Meile zurücklegend, an den Vogesen oder am Thüringer Walde vorbei eilen, so gewinnen wir immer neue Ansichten dieser Gebirge; die Kuppen und Schluchten, die Städte und Burgen gruppiren sich mit jedem Blick anders, und während wir mit noch ungemessener Schnelligkeit die Welt durcheilen, erscheint uns der selbst bewegte Sternenhimmel stets gleich! Das Relative von schnell und langsam, von fern und nah muß uns bei solcher Vergleichung recht lebhaft vor den Geist treten. Es ist wie ein Blick aus dem Endlichen ins Unendliche.

Den Gegensatz zu dieser scheinbaren Ruhe bei wirklich größter Bewegung des Sternenhimmels finden Sie beim Schauen durch das Mikroskop in dem von Infusorien belebten Wassertropfen. Diese bewegen sich in Wahrheit nur sehr langsam, aber durch mehr als hundertfache Vergrößerung erscheint auch jede ihrer Bewegungen um das eben so Vielfache beschleunigt, sie scheinen mit zuckender Schnelligkeit das Gesichtsfeld zu durcheilen, was nicht wenig ihre genaue Beobachtung erschwert. Alle ihre Bewegungen zeigen den Charakter größter Eilfertigkeit, und es fällt eben so schwer, sie in Gedanken auf das wahre Maß

von Langsamkeit zurückzuführen, als es uns schwer fällt, die scheinbar ruhenden Sterne uns mit solcher Schnelligkeit umhereilend zu denken, daß wir, aus der Entfernung eines Erddurchmessers betrachtet, sie eben so wenig zu unterscheiden vermöchten, als die Radspeichen eines schnell fahrenden Wagens. Die Schnelligkeit des Lichtes, beinah unermeßlich in irdischen Entfernungen, wird zum langsamen, zu spät kommenden Boten, wenn es den Weltraum durchmißt. Was vor Jahrtausenden geschehen, erfahren wir durch den Lichtstrahl erst jetzt, gleichzeitig mit dem, was sich begiebt oder vor 8 Minuten in der Entfernung der Sonne begeben hat, und was in unermeßlichen Entfernungen hinter einander liegt, erscheint uns am Sternenhimmel neben einander, wie goldene Punkte in einem dunklen Teppich. Doch alle diese natürlichen Täuschungen hat der menschliche Verstand allmälig überwunden, unermüdlich auch ferner die Wahrheit erforschend und vom Scheine sondernd.

Was war bei jener so schwierig erkennbaren Täuschung natürlicher, als zu glauben, daß die Erde still stehe und der Himmel sich um sie drehe? Kein Wunder, daß es lange dauerte, ehe man die Wahrheit erkannte!

Dreizehnter Brief.

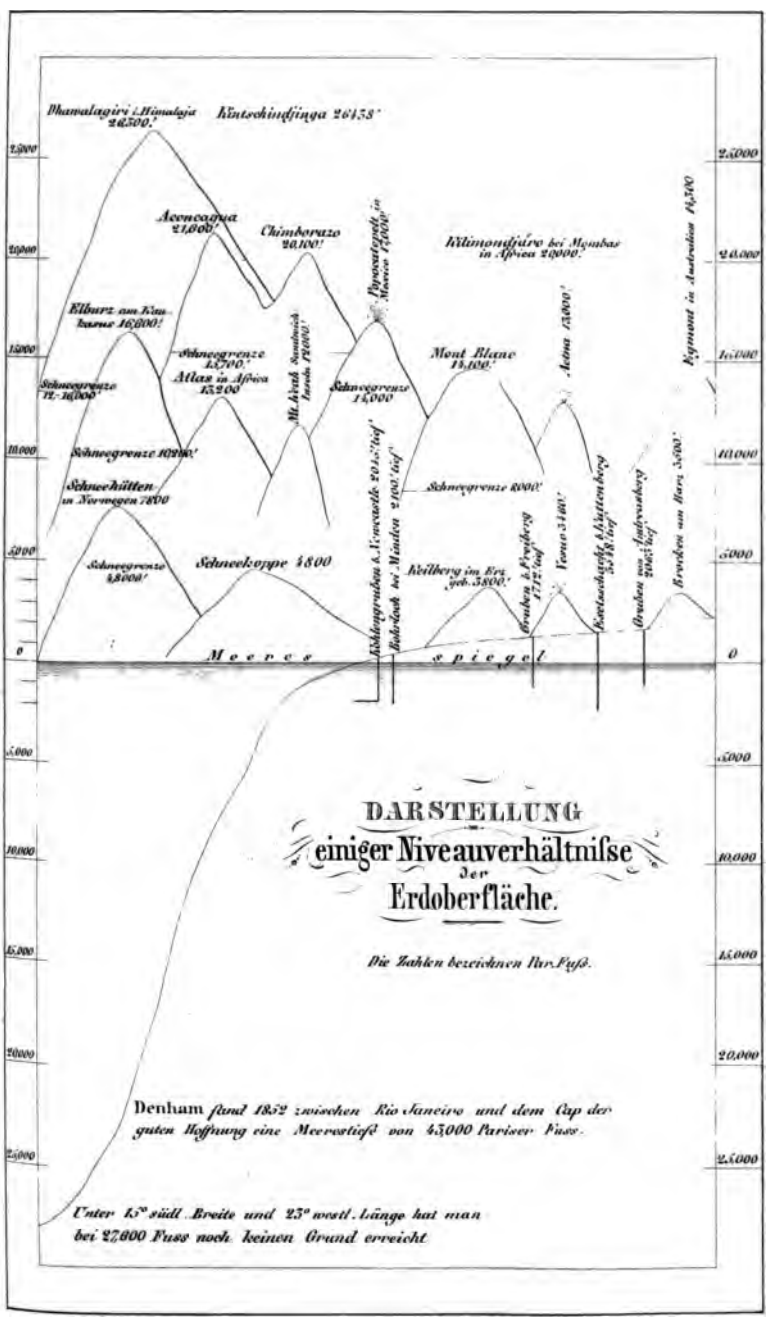
Bekannte Erdkruste.

„Wenn es mir oblag, auf den Unterschied aufmerksam zu machen, der zwischen der Natur unseres tellurischen Wissens und unserer Kenntniß der Himmelsräume und ihres Inhalts stattfindet, so ist es auf der andern Seite auch nöthig, hier die Beschränktheit des Raumes zu bezeichnen, von welchem unsere ganze Kenntniß von der Heterogenität der Stoffe hergenommen ist. Dieser Raum wird ziemlich uneigentlich die Rinde der Erde genannt; es ist die Dicke der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen (Bohrlöcher und bergmännische Grubenbaue) aufgeschlossen sind.

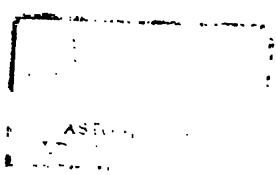
v. Humboldt S. 166.

Man hat mehrfach den Vergleich gemacht, daß die Dicke der der Beobachtung zugänglichen Erdkruste sich zu der ganz un-

Taf. III.



Lith. Anst. v. J. G. Bach. Leipzig.



zugänglichen Erdmasse ungefähr so verhalte wie die Papierdicke auf einem Globus von 1 Fuß Durchmesser zu der ganzen Masse des Globus. Diese Vergleichung ist in jeder Beziehung nur eine ungefähre, aber eine recht anschauliche.

Sie finden in einer Anmerkung des Kosmos Seite 416 eine Zusammenstellung der größten durch Menschenarbeit erreichten Erdtiefen; ich will versuchen, Ihnen einige derselben durch beistehende Skizze Tafel III noch mehr zu versinnlichen und mit den natürlichen Einsenkungen und Erhebungen in Vergleich zu bringen, deren Höhe über, und Tiefe unter dem Meeresspiegel selbst eben so außerordentlich gering ist im Vergleich zu dem Halbmesser des Erdkörpers, daß sie zu jener ungefähren Versinnlichung durch den Globus Anlaß gab.

Seit der früheren Ausgabe dieser Briefe hat man neue viel tiefere Stellen des Meeres aufgefunden, welche den unteren Rand von Taf. III weit überschreiten würden. Da keine höheren Berge hinzugekommen sind, so ist dadurch das Verhältniß zwischen den höchsten Bergspitzen und den größten untersuchten Tiefen des Meeres ein ganz anderes geworden. A. v. Humboldt berichtete darüber in einer Februarsitzung der Berliner Akademie im Jahre 1853: Die Meerestiefe von 43000 Par. Fuß, welche Capitän Denham zwischen Rio Janeiro und dem Vorgebirge der guten Hoffnung am 30. October 1852 unter 36° 49′ S. Br. und 37° 6′ W. L. von Greenwich erreicht hat, ist fast 17000 Par. Fuß größer als die Höhe des Kintschindjinga, des höchsten durch Joseph Hooker gemessenen Gipfels des Himalaya. Dieser Berg ragt 26438 Par. Fuß über den Meeresspiegel, also 69816 Par. Fuß oder etwas mehr als 3 geographische Meilen über jenen tiefsten Punkt des Meeresbodens. Auf der Mondoberfläche ist in den zwei höchsten Bergen, Dörfel und Leibnitz, dieser Unterschied zwischen dem Maximum der Erhebung und den Mondebenen, den sogenannten Meeren, nur 3800 Toisen oder eine geographische Meile. Die Anschwellung der Aequatorialgegend des Erdsphäroids beträgt kaum das Doppelte der eben angegebenen absoluten Höhe, nämlich 5,8 geographische Meilen.

Aber diese Einschnitte in die Erdkruste sind doch im Grunde nur Ausnahmen und die tiefsten künstlichen sind unzugänglich.

Die natürlichen Einsenkungen aber sind größtentheils bis zum Meeresniveau mit Wasser bedeckt, welches als Meer einen allgemeinen Horizont bildet, unter den hinabzubringen nur ausnahmsweise möglich ist. Ich sage absichtlich, sie sind größtentheils mit Wasser bedeckt, da es in den Umgebungen des Mittelländischen Meeres ein paar Stellen der Landoberfläche giebt, welche tiefer liegen als der allgemeine Meeresspiegel, so der Caspische See gegen 80 Fuß und das Todte Meer gegen 1400 Fuß. Der Verfasser des Kosmos erwähnt ferner die ziemlich sicheren Schlüsse, welche sich aus regelmäßig muldenförmigen Schichtenstellungen, wie bei Lüttich, Saarbrücken u. s. w., auf deren Fortsetzung bis zu Tiefen von 3600 und selbst 20000 Fuß Tiefe ziehen lassen.

Wenn man nämlich an den Rändern einer solchen Mulde bestimmte Gesteinsschichten, z. B. die hier durch besonders starke Linien angedeuteten Kohlenflötze durch die Schächte a a', b b' und c c' bis zu einer gewissen Tiefe verfolgt hat, so kann man aus der übereinstimmenden Form der Lagerung ziemlich sicher auf ihre Fortsetzung in ungefähr berechenbare Tiefen d schließen. Das sind aber doch nur Schlüsse, wie man sie etwas unsicherer auch auf die von den Vulkanen ausgeworfenen Massen zu gründen vermag, es sind keine unmittelbaren Beobachtungen. — Ferner werden die Höhenunterschiede des Landes, die Berge und Gebirge, die Thaleinschnitte und die nur dem Senkblei zugänglichen tiefen Meeresbecken in Rechnung gebracht. Nun sind aber die größten Berghöhen sehr vereinzelt, unzugänglich und mit Schnee bedeckt, überdies bieten Bergesspitzen keineswegs gerade immer ein geologisch betrachtet höheres Niveau der festen Erdkruste zur Beobachtung dar, da sie sehr oft aus denselben gehobenen oder aufgerichteten Schichten bestehen, als der Fuß der-

selben. — Wenn wir alle diese Umstände berücksichtigen, so reducirt sich die Dicke, oder Höhe und Tiefe der Beobachtungszone für die feste Erdmasse außerordentlich, und kann höchstens auf 10000 Fuß angenommen werden, gewöhnlich beträgt sie nur 2—5000 Fuß oder etwa $^1/_{4000}$ des Erdhalbmessers. Dazu kommt nun noch die Beschränkung in horizontaler Richtung; etwa $^3/_4$ der Erdoberfläche ist mit fließendem oder stehendem Wasser bedeckt, große Regionen mit beständigem Eis und Schnee, andere sind als Wüsten fast unzugänglich; man darf wohl behaupten, daß von Geologen bis jetzt höchstens der funfzigste Theil der Erdoberfläche einigermaßen untersucht worden ist. Aber zum Glück liegen die untersuchten Theile nicht in einem Gebiet zusammen, sondern sie sind über die ganze Kugel zerstreut und ergänzen dadurch häufig die Lücken, d. h. aus der Analogie mehrerer Punkte kann man auf das dazwischen und unter dem Wasser Liegende schließen, namentlich aber durch die erhobenen, nicht mehr horizontal liegenden Schichten sehr bedeutende relative Dicken beobachten. Sie sehen wohl ein, wie bedenklich es sein muß, aus einem so kleinen Theile auf das Ganze zu schließen. Aber dieses verhältnißmäßig zum Erdganzen kleine Volumen, welches unserer Beobachtung zugänglich ist, bietet eine außerordentliche Mannichfaltigkeit und zugleich Gesetzmäßigkeit der Zusammensetzung dar. Vergleichen wir unsere Kenntniß von der stofflichen Zusammensetzung der Erde mit der anderer Himmelskörper, so ergiebt sich immerhin der ungeheure Unterschied, daß wir von dem inneren Bau der ersteren etwas, von dem der letzteren gar nichts wissen.

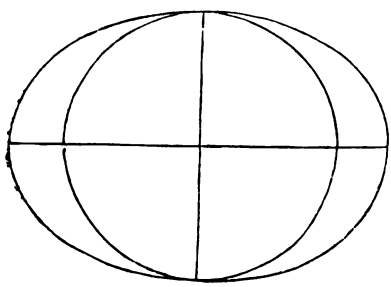
Vierzehnter Brief.

Form der Erde.

„Die geometrische Gestalt der Erde bezeugt die Art ihrer Entstehung." v. Humboldt S. 171.

In diesen Worten spricht v. Humboldt einen sehr wichtigen Theil der Theorie der Erdentstehung aus.

Jeder weiche, in gewissem Grade flüssige Körper, der sich um eine (imaginäre) Axe dreht, nimmt die Gestalt eines Rotationssphäroides an, muß sie annehmen, weil nur bei solcher Gestalt die Gravitation gegen den Mittelpunkt mit der sogenannten Centrifugalkraft (der Ursache, welche ein geschwungenes Fadenpendel stets stramm erhält) in solchem Gleichgewicht steht, daß die Oberfläche ruhig bleiben kann. Je schneller die Umdrehung bei übrigens gleichen Verhältnissen erfolgt, desto größer muß die Abplattung werden, und wenn die feste Erde diese Gestalt nicht hätte, sondern z. B. wirklich kugelförmig und unnachgiebig wäre, so würde sie doch vom Wasser in solcher Gestalt umgeben werden.



Dann würde nur gegen die Pole hin Land bestehen können. Es hat aber die feste Erde diese Gestalt.

Die allgemeine Gestalt der jetzt starren Erde stimmt also ganz mit der Voraussetzung überein, daß ihre gesammte Masse sich einst in einem flüssigen Zustande befunden habe, und zwar nicht blos überhaupt, sondern sehr speciell in ihren einzelnen Beziehungen stimmt sie damit überein, denn die Rechnung ergiebt für die bekannte Massenanziehung und Umdrehungsgeschwindigkeit fast genau dieselbe Form, welche durch Beobachtung gefunden worden ist. Daraus geht nun allerdings noch nicht mit absoluter Nothwendigkeit hervor, daß die Erde einst flüssig gewesen sein müsse, denn unstreitig könnte sie die den Gesetzen des Gleichgewichtes entsprechende Form auch auf eine andere Weise erhalten haben. Aber wo wir Ursache und Wirkung, Kraft und Form, Rechnung und Beobachtung in solcher Uebereinstimmung sehen, da ist der Schluß gerechtfertigt, daß beide zusammengehören, da werden wir mit aller Macht zu der unter diesen Umständen wahrscheinlichsten Annahme gedrängt, daß zu einer gewissen Zeit die Theile, auch der jetzt festen Erde, in gewissem Grade verschiebbar, wie in einer Flüssigkeit mit einander verbunden waren. Die Geologen sind in ihren Folgerungen

noch weiter gegangen; sie sagen: der flüssige Zustand der Erde muß ein heißflüssiger gewesen sein. Die Totalität der Bestandtheile der festen Erdkruste ist nämlich, so weit unsere jetzigen physikalischen und chemischen Kenntnisse reichen, durch nichts Anderes in flüssigen Zustand versetzbar, als durch Wärme. Da nun auch einige andere Umstände, von denen ich Ihnen später mehr erzählen will, mit dieser Annahme ganz übereinstimmen, so gewinnt sie dadurch noch mehr an Wahrscheinlichkeit.

Dies ist zugleich der früheste Zustand unseres Erdkörpers, auf welchen der Geolog aus vorhandenen Erscheinungen zu schließen vermag. Der Physiker, der Astronom, der Philosoph können weiter gehen; sie können aus Analogieen auf einen vorausgehenden gasförmigen Zustand, auf eine Absonderung der Materie der einzelnen Planeten aus einem großen, unser Sonnensystem repräsentirenden Stoffnebel schließen, wie deren in verschiedenen Zuständen am Himmel als Lichtnebel vielfach beobachtet werden.

Diese bestimmte Form der Erde läßt uns ferner schließen, daß ihre Umdrehungsgeschwindigkeit, ihre Masse, ihr Volumen und die Lage ihrer Drehungspole höchst wahrscheinlich ziemlich unverändert geblieben sind, seitdem sie eine feste Oberfläche besitzt, denn jede wesentliche Veränderung einer dieser Bedingungen würde auch eine wesentliche allgemeine Gestaltänderung zur Folge haben. Eine vermehrte Umdrehungsgeschwindigkeit würde eine stärkere Abplattung bedingen, Veränderungen der Masse oder auch nur des Volumens würden Veränderungen der Umdrehungsgeschwindigkeit zur Folge haben, und eine Verrückung der Drehungspole würde die Nothwendigkeit der Abplattung an andere Stellen versetzen. Von Vorgängen dieser Art läßt sich keine Spur beobachten. Das Alles ist daher sehr beachtenswerth bei der Beurtheilung mancher geologischen Probleme, Erklärungsversuche und Hypothesen, namentlich bei denen, welche sich auf die Vermuthung gründen, die Lage des Aequators und somit auch der Wärmezonen habe sich von Zeit zu Zeit verändert, oder es seien der Erde, etwa durch Kometen, von Zeit zu Zeit neue beträchtliche Stoffzuflüsse aus dem Weltraum geworden. Die wirklich nachweisbaren Zuflüsse der letzteren Art durch Meteormassen kosmischen Ursprungs sind gegen die Gesammtmasse der

Erde so verschwindend klein, daß ihr Einfluß auf jene Bedingungen sich weder durch Beobachtung noch durch Rechnung finden lassen würde.

Die polare Abplattung, welche sich bei allen genau beobachteten, sich wie die Erde um eine Achse drehenden Himmelskörpern wiederholt, ist nicht nur durch berechnende Vergleichung zwischen Gravitation und Centrifugalkraft, sondern sogar durch Experimente an Flüssigkeiten nachgewiesen worden. Plateau[5]) hat Oelkugeln von den Wirkungen der Erdanziehung (der Schwere) isolirt, d. h. diese für ihre Form unwirksam gemacht, und sie somit unter ähnliche Verhältnisse gebracht, unter denen sich die Himmelskörper befinden, indem er sie in einer specifisch gleich schweren Mischung von Wasser und Alkohol schwimmen ließ, wodurch sie also getragen wurden ohne von irgend einer Seite gedrückt zu werden, daher nur ihrer eigenen Massenanziehung folgend, und sich danach als Kugeln gestaltend. Wenn er nun einen solchen frei schwimmenden und durch die Attraction der Theilchen vollkommen kugelförmigen Oeltropfen durch eine sinnreiche Vorrichtung in Rotation um eine Are brachte, so konnte er je nach der Größe der Drehungsgeschwindigkeit beliebig große Abplattungen der Oelkugeln hervorbringen. Bei sehr großer Geschwindigkeit breiteten sie sich zu flachen Scheiben aus, dann sonderte sich ein Ring, ähnlich dem des Saturn, davon ab, und endlich bei fortgesetzter vermehrter Schnelligkeit trennte sich der Ring in einzelne rotirende Trabanten.

In einem kleinen Gefäß sehen Sie auf diese Weise den weltenformenden Proceß nachgeahmt. Die Nothwendigkeit desselben unter den gegebenen Umständen ist nicht nur durch Rechnung, sondern auch durch das Experiment nachgewiesen. Tiefer, und für uns, wie es scheint, unerreichbar liegt freilich die Ursache dieser Nothwendigkeit. Aber wenn der Mensch auch nur ein einziges Naturphänomen auf solche Weise erkannt, d. h. begriffen hätte, so wäre dadurch schon die Möglichkeit erwiesen, daß er die Welt zu begreifen vermag.

Ich muß Sie hier noch auf einen Einwand aufmerksam machen, welchen neuerlich ein Engländer, Herbert Spencer[6]), gegen den Beweis des einst flüssigen Zustandes der Erde aus ihrer Form erhoben hat. Er sagt: flüssig und fest sind nur re-

lative Begriffe, abhängig einigermaßen von dem Volumen der Masse. Eine Erdscholle von einem Cubikfuß erscheint fest (nicht flüssig), man kann sie als Würfel ausstechen, und sie behält ihre Gestalt. Wollte man aber einen Würfel derselben Erde von 100000 Cubikfuß Inhalt herstellen, er würde sogleich zu einem Haufen zerfallen, d. i. zerfließen. In dieser Weise wirken Schwere und ebenso Centrifugalkraft auf alle sehr großen Massen gestaltverändernd, ihre Wirkung wächst mit der Masse, also cubisch, während die Cohäsion der Theile dieselbe bleibt, ihr Widerstand also nur quadratisch mit dem Querschnitt wächst. Es muß deshalb unter allen Umständen durch Zunahme der Masse die cubisch wachsende Wirkung den nur quadratisch wachsenden Widerstand erreichen und überschreiten können. Die festeste Substanz, welche wir kennen, würde, in eine so schnelle Umdrehung als die Erde versetzt, schon bei $^1/_{100000000}$ des Erdvolumens nachgeben und sich abplatten. In diesem Sinne ist nach Spencer die Erde noch jetzt flüssig, d. h. nachgiebig, doch behauptet er damit keineswegs, sie könne nie heißflüssig gewesen sein.

Die Gradmessungen, welche man in der Richtung der Meridiane und unter verschiedenen Breiten, theils nahe dem Aequator, theils nahe dem Nordpol anstellte, haben gezeigt, daß die Krümmung der Erdoberfläche am Aequator eine stärkere ist, als an den Polen, woraus eben, wie die beistehende übertriebene Figur versinnlichen soll, die Abplattung an den Polen hervorgeht.

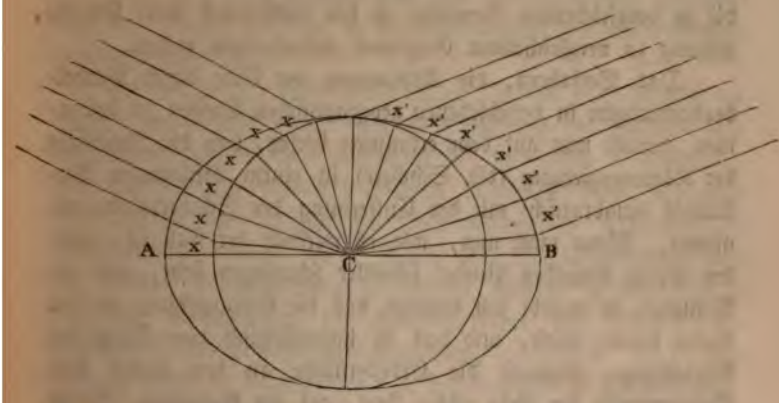
Aber diese Gradmessungen haben zugleich gezeigt, daß diese Krümmungen in verschiedenen Meridianen unter gleicher Breite etwas verschieden sind, woraus folgt, daß die wahre Gestalt der Erde, auf den Meeresspiegel reducirt, keine sogenannte mathematische, keine genau berechenbare, nicht ausschließlich das Resultat von Schwere und Centrifugalkraft ist. Sie ist nur ungefähr die eines Rotationssphäroides.

Wie es scheint durch Anziehung des Mondes und der Sonne während des Erstarrens, und durch ungleiche Dichtigkeit der Masse sind kleine Anschwellungen bedingt, welche sich der Vor-

ausberechnung entziehen und durch welche zum Theil vielleicht die wechselnden Kraftwirkungen einer längst vergangenen Zeit gewissermaßen fixirt sind, so wie manchmal ein mächtiger Eindruck im kindlichen Alter eine gewisse dauernde Schattirung des Charakters des Mannes bedingt. Die Form der Erde ist ebenso wie unsere psychische oder physische Individualität ein Resultat unendlich mannichfaltiger äußerer Einwirkungen auf das ursprünglich Gegebene, welches stets als wesentlich vorherrscht.

Wenn wir alle äußeren Unebenheiten der Erdoberfläche, welche in Beziehung auf die Gestalt im Ganzen fast verschwindend klein sind und welche, weil sie die Richtung der Schwere nur ganz unmerklich verändern, auf die Resultate der Gradmessungen nicht merkbar einwirken können; wenn wir alle Unebenheiten des Landes- und Meeresbodens, alle Gebirge, Berge, Ebenen und Thäler, theils durch äußere, theils durch innere Ursachen bedingt, ins Auge fassen: so ist die Mannichfaltigkeit, die Verwickelung, die Schwierigkeit, alles Einzelne auf seine Ursachen zurückzuführen, fast eben so groß, als wenn wir versuchen wollten, alle individuellen Eigenschaften eines Menschen aus seiner ursprünglichen Organisation, den Umständen seiner Geburt, und den Ereignissen seines Lebens abzuleiten. Solche Aufgaben sind für uns nicht lösbar; wir müssen uns in beiden Fällen begnügen, die Hauptzüge zu begreifen oder isolirte Einzelnheiten zu erklären.

Die Gradmessungen, durch welche die Form der Erde zuerst direct ermittelt worden ist, beruhen einfach darauf, daß man in zwei in einem Meridian liegenden Punkten, deren Entfernung von einander genau gemessen ist, den Winkel mißt, welchen astronomisch durch Visirung unendlich weit entfernter Sterne bestimmte parallele Linien mit der Lothlinie x C machen. Wäre die Erde kugelförmig, ihr Querschnitt also kreisförmig, so müßten diese Winkel x bei gleichen Abständen der Beobachtungspunkte gleiche Differenzen zeigen. Diese Winkeldifferenzen werden aber gegen die Pole hin in Wirklichkeit immer kleiner, woraus folgt, daß die Krümmung abnimmt. Auf vorstehender Figur stellt die Seite A die Winkel dar, wie sie auf der Oberfläche einer Kugel, und die Seite B diejenigen, wie sie auf der Oberfläche eines Ellipsoides sich bilden. Die Größe ihrer Ungleichheit ergiebt



für den Meridian der Beobachtung die besondere Form, und das allgemeine Resultat ist eine elliptische, aber nicht vollkommen gleiche Form aller Meridiane, woraus wieder die Gestalt eines nicht ganz regelmäßigen Ellipsoides oder Rotationssphäroides für die Erde folgt.

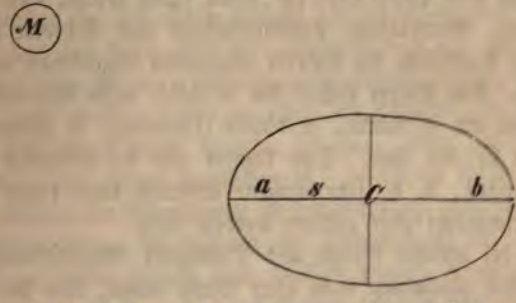
Sie wissen, daß die Schnelligkeit der Pendelschwingungen einestheils von der Länge des Pendels, anderentheils von der Stärke der Anziehung durch die Erde abhängig ist. Die specifische oder absolute Schwere des Pendels, so wie die Höhe seines Hubes, sind auf die Schwingungsdauer ohne Einfluß, weil erstere im Vergleich zur Erdmasse stets verschwindend klein ist; aber je kürzer der Pendel bei gleicher Erdanziehung, um so schneller schwingt er, und je geringer die Erdanziehung bei gleicher Pendellänge, um so langsamer schwingt er. Wenn man daher an einem Pendel von ganz unveränderlicher Länge in verschiedenen Gegenden ungleich schnelle Schwingungen beobachtet, so ergiebt sich daraus eine ungleiche Intensität der Erdanziehung oder Schwerkraft, welche sich durch die Schwere oder Gravitation der Körper nicht ermitteln läßt, weil, wenn man sie auf irgend einer Wage wiegt, die Anziehung für das Gewicht sich gerade so verändert, wie für den zu wiegenden Körper. Durch Wägen von Körpern die kleine örtliche Verschiedenheit der Erdanziehung zu bestimmen, würde nur möglich sein, wenn man entweder im höchsten Grade genaue Federwagen besäße, oder Wagebalken von vielen Meilen Länge herstellen könnte, so daß

die zu vergleichenden Gewichte in den rücksichtlich ihrer Erdanziehung zu vergleichenden Gegenden aufgehangen wären.

Das Verfahren, die Abplattung der Erde durch Pendelbeobachtungen in verschiedenen geographischen Breiten zu bestimmen, beruht nun auf dem erkannten Gesetz, daß die Intensität der Körperanziehung (die Schwere) in einem bestimmten Verhältniß (quadratisch) mit der Entfernung der Schwerpunkte abnimmt. Wenn man nun, wie es wirklich der Fall ist, nahe den Polen denselben Pendel schneller schwingen sieht, als am Aequator, so ergiebt sich daraus, daß die Erdanziehung an den Polen stärker wirkt, und das ist hauptsächlich eine Folge der Abplattung, wodurch die Erdoberfläche an den Polen dem Schwerpunkte der Erde näher liegt, als am Aequator. Durch viele Beobachtungen zwischen Aequator und Pol läßt sich das Verhältniß der Schwingungszunahme und daraus die Form und Größe der Abplattung berechnen. Doch darf dabei nicht unberücksichtigt bleiben, daß auch die der Schwerkraft entgegenwirkende sogenannte Centrifugalkraft wegen des immer kleineren Umkreises gegen die Pole hin abnimmt, wodurch ebenfalls eine stetige Vergrößerung der Pendelschnelligkeit nach den Polen zu bedingt wird. Aber so fest steht das menschliche Erkennen einiger Weltgesetze und ihrer Wirkungen, daß man diesen Einfluß vollkommen zu berechnen und in Abzug zu bringen vermag. Schwieriger ist es, die localen Störungen für die Berechnung unschädlich zu machen. Es hat sich nämlich aus vielen genauen Beobachtungsreihen ergeben, daß die Schnelligkeit der Pendelschwingungen zuweilen auch an Orten, welche ganz gleichweit vom Aequator entfernt sind, etwas variirt, was, wie man vermuthet, von ungleicher Dichtigkeit und in Folge davon ungleicher Anziehungskraft der festen Erdkruste in gewissen Tiefen herrührt. Diese Störungen können nur dadurch für die Berechnung unschädlich gemacht werden, daß man durch sehr viele Beobachtungen mittlere Resultate für gleiche Breiten erlangt. Jedenfalls ist es ein großer Triumph für den beobachtenden und combinirenden Geist des Menschen, daß die Resultate dieser subtilen Pendelmessungen bereits sehr nahe mit den durch die beiden anderen Methoden gefundenen Abplattungswerthen der Erde übereinstimmen. Die Nothwendigkeit der Wirkung ist dadurch

festgestellt, und alles Andere, was von der Abplattung abhängt, läßt sich, einmal ermittelt, in seiner Gradation mit voller Sicherheit vorherverkünden.

Es würde mir sehr schwer fallen, Ihnen ganz deutlich zu machen, in welcher Weise auch die Bewegung des Mondes von der Abplattung der Erde abhängig ist, und zwar so abhängig, daß sich die eine aus der anderen berechnen läßt. Es setzt dies, um es ganz zu verstehen, sehr beträchtliche mathematische Vorkenntnisse voraus. Um Ihnen aber eine allgemeine Idee von diesem Zusammenhange zu geben, erinnere ich Sie daran, daß alle Bewegungen der Himmelskörper den Gesetzen der Schwere — der gegenseitigen Anziehung — folgen. Diese Anziehung wirkt im Allgemeinen von Schwerpunkt zu Schwerpunkt, bei großen Entfernungen kommt daher nur die Lage der Schwerpunkte in Rücksicht. Bei verhältnißmäßig zum Volumen kleinen Entfernungen der bewegten, gegen einander gravitirenden Körper, wie z. B. bei Erde und Mond, wirkt dagegen auch die besondere Gestalt der Körper, weil durch sie zuweilen große Massentheile der Körper sich nähern oder entfernen, wodurch Verrückung der relativen Gravitationsmittelpunkte in den Körpern hervorgebracht wird, ohne daß dadurch die absoluten



Schwerpunkte derselben sich verändern. Die beistehende Darstellung des Verhaltens zwischen Mond und Erde wird Ihnen vielleicht, was ich sagen will, mehr versinnlichen, doch dürfen Sie dabei nicht vergessen, daß ich, um das Wesen der Sache deutlicher zu machen, das wahre Verhältniß gänzlich übertrieben habe. Es sei M der Schwerpunkt des Mondes, C der Mittelpunkt und wahre Schwerpunkt der abgeplatteten Erde, so wird

bei einer Stellung, wie die gezeichnete, die Erdhälfte a, als näher, stärker auf den Mond gravitiren als die Hälfte b, es wird folglich der Gravitationsmittelpunkt der Erde in Beziehung auf den Mond nicht in C, sondern etwas nach a zu, etwa bei s liegen; dieser Umstand hat aber, da die Mondbahn die Ebene des Erdäquators schräg durchschneidet, nothwendig einen kleinen Einfluß auf erstere, und wenn man diesen Einfluß kennt, so kann man aus ihm die Form der Erde berechnen, so gut, als sich umgekehrt auch aus der bekannten Form und Dichte der Erde dieser Einfluß berechnen läßt.

Fünfzehnter Brief.

Dichtigkeit der Erde.

„Nachdem die Erde gemessen, mußte sie gewogen werden."
v. Humboldt S. 176.

Im 6ten Briefe habe ich Ihnen schon gesagt, daß Massenanziehung, Gravitation, Centripetalkraft und Schwere nur verschiedene Ausdrücke für dieselbe allgemeine Eigenschaft aller Körper sind. Alle Körper ziehen sich in Folge dieser Eigenschaft an, und zwar um so stärker, je dichter (schwerer), je größer, oder je näher sie sich sind. Das Letztere gilt bei übrigens gleichen Bedingungen, d. h. jede einzelne derselben kann durch die anderen geschwächt oder gestärkt werden, d. h.

1. bei gleicher Größe und Dichtigkeit (Eigenschwere), welches beides zusammen man auch Masse nennt, also bei gleicher Masse nimmt die Stärke der Anziehung der Körper ab mit ihrer Entfernung von einander, und zwar wie die Quadrate der letzteren, so daß sie also in 1 Fuß Entfernung sich 4 Mal so stark anziehen, als in 2 Fuß Entfernung, und 9 Mal so stark, als in 3 Fuß Entfernung u. s. w.

2. Bei gleicher Größe (Volumen) und Entfernung nimmt die Stärke der Anziehung ab mit der Dichtigkeit (Eigenschwere),

d. h. man nennt die sich stärker anziehenden dichter oder specifisch schwerer.

3. Bei gleicher Entfernung und Dichtigkeit nimmt die Anziehung ab mit der Größe, dem Volumen.

Dabei ist es gleich, ob Dichtigkeit oder Volumen der sich anziehenden Körper unter sich gleich sind oder nicht, es kommt nur auf die Summe der wirkenden Masse an, nicht auf die Art ihrer Vertheilung, wohl aber wirkt die ungleiche Vertheilung der Art, daß der massenhaftere Körper den von geringerer Masse, also bei gleicher Dichtigkeit der größere den kleineren stärker anzieht, nach sich zu bewegt, als der kleinere den größeren, im Falle beide sich überhaupt frei bewegen können. Wäre der kleinere z. B. fest, der größere beweglich, so würde der größere sich in Folge der Summe der gegenseitigen Anziehung nach dem kleineren hin bewegen.

Diese Eigenschaft aller Körper ist es, welche auf der Erde das bedingt, was wir Schwere der Körper nennen, und wenn z. B. eine eiserne Kugel schwerer ist, als eine hölzerne von gleicher Größe, so ist das eben eine Folge der größeren Dichtigkeit ihrer Masse, oder genauer genommen der stärkeren Anziehung ihrer Masse durch die Erde. Dichtigkeit und Volumen zusammen bedingen die absolute Schwere, das absolute Gewicht der Körper, die Dichtigkeit für sich allein bedingt die specifische oder Eigenschwere, das specifische Gewicht, welches eben nur eine Folge mehr oder minder intensiver Anziehung durch und gegen die Erde ist.

Da nun im Verhältniß zu allen den Körpern, die wir auf der Erdoberfläche bewegen können, die ganze Erde als fast unendlich groß und schwer anzusehen ist, so ist die Folge davon, daß alle Körper im Allgemeinen in der Richtung nach dem Mittelpunkte der Erde, der zugleich ihr Schwerpunkt ist, gezogen werden, zu fallen streben und wirklich fallen, wenn sie nicht unterstützt sind; es ist zugleich der Grund, warum jeder an einem Faden und durch andere Umstände ungestört aufgehangene Körper diesen Faden als Pendel geradlinig gegen den Mittelpunkt der Erde hin anspannt.

Jeder Körper neben einem Pendel wirkt auf dasselbe durch seine Masse ebenfalls anziehend, und folglich der Theorie nach ablenkend. Die Anziehung aller nicht sehr massenhaften Körper,

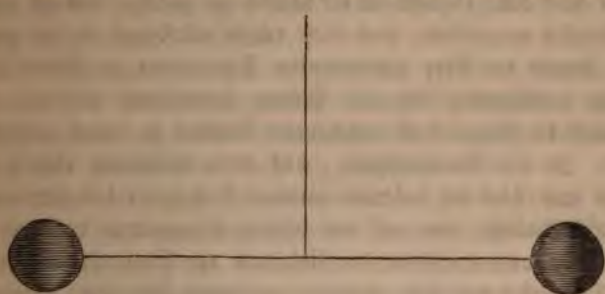
wie Häuser oder Thürme, selbst kleiner Berge, ist aber gegen die der Erde so verschwindend klein, daß man ihre Wirkung selbst mit den besten Instrumenten kaum würde beobachten können. Anders verhält es sich mit großen, steil aufragenden Bergmassen. Diese wirken merkbar ablenkend auf jedes an ihrem Fuße oder Abhange aufgehängte Pendel. Diesen Umstand hat man benutzt, um die Größe der Ablenkung zu messen, welche ein solcher Berg hervorbringt, und dann aus der ungefähr bestimmbaren Masse des Berges auf die unbekannte der Erde, d. h. auf deren Gewicht oder Dichtigkeit zu schließen. Maskelyne wählte dazu in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts den Berg Shehallion in Pertshire, dessen Volumen und Dichtigkeit sich wegen seiner isolirten Lage, einfachen Form und Zusammensetzung, leicht annähernd bestimmen ließ. Auf beiden Seiten des Berges ermittelte er durch Fixsternbeobachtungen die wahre Verticallinie, und verglich damit sehr genaue Pendel, welche in der That auf

beiden Seiten nach dem Berge hin abgelenkt wurden. Aus der bekannten Masse, dem Gewicht des Berges, und der dadurch hervorgebrachten Ablenkung der Pendel ließ sich dann das noch unbekannte Gewicht der Erde berechnen, deren Volumen bekannt ist. Durch Vergleichung von Gewicht und Volumen erhielt man das specifische Gewicht oder die Dichte der Erde (die des Wassers gleich 1 angenommen) gleich 4,713. Die sehr schwierige Rechnung wurde von Plaifair ausgeführt.

Carlini hing dagegen sein Pendel auf dem Mont Cenis auf und verglich die Schnelligkeit seiner Schwingungen mit der in der benachbarten Ebene. Hier wirkte die Entfernung vom

Schwerpunkt der Erde kraftvermindernd, wodurch die Schwingungen langsamer werden. Aus dem Verhältniß dieser Kraftabnahme läßt sich nun ebenfalls die mittlere Dichtigkeit der Erde berechnen. Er fand sie gleich 4,837.

Cavendish, Reich und Baily endlich wendeten zu demselben Zweck die Coulomb'sche Drehwage an, ein horizon-



tales, rücksichtlich seiner Schwingungen von der Anziehung der Erde unabhängig gemachtes Pendel. Da es fest steht, daß alle Körper im Verhältniß ihrer Masse Anziehung auf einander üben (welche nur im Vergleich zur Schwere oder Erdanziehung meist verschwindend klein ist), und da es ferner sicher ist, daß die Schnelligkeit aller wahren Pendelschwingungen, bei gleicher Länge des Pendels, von der Intensität der anziehenden Kraft abhängt, so bietet die sogenannte Drehwage ein vortreffliches Instrument, um die Schwere (Masse) eines bekannten Körpers mit der der Erde zu vergleichen. Das horizontale Pendel, an dessen Enden genau bestimmte Metallkugeln befestigt sind, läßt sich durch wechselnde Näherung von anderen genau bestimmten Metallkugeln in Schwingungen versetzen, welche unabhängig von der Anziehung der Erde sind, und die Zeitdauer dieser Schwingungen steht in demselben Verhältniß zu der Schwingungszeit eines gleichlangen verticalen (gewöhnlichen Pendels), wie die Massen der einander genäherten Kugeln zur Masse der Erde. Reich und Baily erhielten dadurch sehr nahe übereinstimmend 5,58 und 5,67 als mittlere Dichtigkeit der Erde. Das ist fast genau noch einmal so viel, als die mittlere Dichtigkeit der uns bekannten festen Erdkruste beträgt. Die ganze Erde wiegt hiernach berechnet etwa 114,300 Trill. Leipz. Centner. Es muß folglich

die Erde im Innern dichter sein, als die uns bekannte Kruste; wie und wo aber die Zunahme erfolgt, ist unbekannt. Man hat, wie Sie Seite 177 des Kosmos ersehen, berechnet, daß der Druck der über einander liegenden Massen allein schon eine weit größere Dichtigkeitszunahme, als die so übereinstimmend gefundene bedingen würde, wir haben uns deshalb mit Leslí mehr nach einer Ursache für die factisch zu geringe, als zu große Dichtigkeit umzusehen, und diese dürfte allerdings in der gegen das Innere der Erde zunehmenden Temperatur zu finden sein, welche nothwendig wie alle Wärme ausdehnend wirken, und dadurch die Folgen des ungeheueren Druckes in etwas aufheben muß. In der Voraussetzung, daß diese Erklärung richtig sei, bietet uns hier die bekannte mittlere Dichtigkeit des Erdinnern ein Hülfsmittel, um auf die höhere Temperatur desselben zu schließen, oder vielmehr die Resultate der Beobachtungen über die Dichtigkeit der Erde stimmen mit denen über ihre Temperatur überein.

Sie sehen, daß alle diese Erscheinungen auf's Innigste in einander greifen, die eine bedingt die andere, das Erkennen der einen hat das der anderen zur Folge, das Gewebe der Leuchtfäden des Kosmos bildet ein vielfach verschlungenes Netz.

Sechszehnter Brief.

Innere Wärme der Erde.

„Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlöchern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor Allem aber die vulkanische Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen die Zunahme der Wärme auf das Unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten."

v. Humboldt S. 179.

Ganz unabhängig von der durch die Sonnenbestrahlung an der äußeren Erdoberfläche entwickelten Wärme zeigt unser Planet auch eine ihm eigenthümliche innere Wärme. Sie wis-

sen, daß es in tiefen wohlverwahrten Kellern auch im kältesten Winter nie friert, und daß in tiefen Bergwerken die Temperatur stets eine höhere ist, als bei uns die Mitteltemperatur der Erdoberfläche, ja daß sie bei großer Tiefe und Mangel an Luftwechsel sogar den Arbeitern lästig wird. Sie wissen ferner, daß in bedeutender Tiefe erbohrte artesische Quellen stets in gewissem Grade warme Quellen sind. Das Alles sind Folgen der eigenen inneren Wärme des Erdkörpers.

Das Thatsächliche, was wir über die der Erde eigenthümliche nicht von den Sonnenstrahlen bedingte Temperatur kennen, ist, daß dieselbe gegen den Mittelpunkt hin zunimmt, und zwar in der uns erreichbaren Tiefe im Durchschnitt auf 100 Fuß etwa 1° des 100theiligen Thermometers; v. Humboldts Angabe auf 92 Fuß ein Grad, ist etwas hoch, ein genauer Werth läßt sich aber der Natur der Sache nach überhaupt nicht angeben. Ob diese Zunahme für alle Tiefen stattfindet und gleichmäßig bleibt, wissen wir nicht, ersteres aber wird sehr wahrscheinlich durch die vulkanische Thätigkeit, welche aus sehr großen Tiefen geschmolzene Steinmassen zu Tage fördert. Fände eine gleichmäßige Zunahme statt, so müßten allerdings bei einer gewissen Tiefe alle die Substanzen, welche wir an der Oberfläche als fest kennen, sich im flüssigen, durch Wärme aufgelösten Zustande befinden, wenn auch dieser Zustand wegen des die Schmelzung erschwerenden Druckes erst bei viel mehr als $5^2/_{10}$ Meilen Tiefe, wie v. Humboldt für den Granit berechnet, eintreten sollte. Die feste Erdoberfläche wäre demnach eine starre Kruste auf einem flüssigen Kern. Diese Folgerung steht aber sehr wohl in Uebereinstimmung mit der oben berührten zu geringen Dichtigkeit, mit allen Erscheinungen der vulkanischen Thätigkeit und mit dem gesetz- und erfahrungsmäßigen Vorgang, daß jede heiße Kugel in einer kälteren Umgebung — und als eine solche müssen wir jedenfalls den Weltraum betrachten — von Außen nach Innen abkühlt, und wenn sie durch Wärme flüssig war, zuerst eine erstarrte Kruste bildet, die durch weitere Erkaltung nach Innen immer dicker wird, wie die Eisdecke eines Teiches in kalten Tagen. Eine solche Krustenbildung gilt jedoch nur für den Fall, daß die erstarrte Masse leichter ist, als die flüssige, wie das bei Eis und Wasser wirklich ist. Die meisten anderen Stoffe

sind im festen Zustande schwerer, als im flüssigen; aber es läßt sich zeigen, daß die Dichtigkeitszunahme des Erdinnern dennoch eine Krustenbildung, ein Obenaufschwimmen der Kruste, bedingt.

Die Frage: ob die Temperatur bis zum Mittelpunkte der Erde gleichmäßig zunehme, oder ob sie überhaupt bis dahin stets zunehme? läßt sich durch Beobachtung natürlich nicht entscheiden. Die Beobachtung reicht nur gegen 2500 Fuß tief hinab, liefert an verschiedenen Orten etwas ungleiche Resultate und genügt deshalb nicht einmal, das Zunahmegesetz selbst für diese Tiefe scharf zu erkennen. Wir können nur sagen, die Erde ist, so weit die Beobachtung reicht, nach Innen wärmer, und diese Wärmezunahme beträgt durchschnittlich auf 100 Fuß ungefähr 1° des 100theiligen Thermometers. Die vulkanischen Erscheinungen sprechen aber dafür, daß eine solche Wärmezunahme wenigstens so weit hinab fortdauere, bis sie den Schmelzgrad der Stoffe erreicht, die als Laven heißflüssig empor gepreßt werden. Sollte unterhalb einer jedenfalls mehrere Meilen dicken starren Kruste das Erdinnere in seiner ganzen Ausdehnung heißflüssig sein, so ist in dieser flüssigen Region keine constante Temperaturzunahme mehr denkbar, da in Flüssigkeiten ungleiche Erwärmungen sich durch Strömungen bald ausgleichen. Bunsen hat indessen gefunden, daß viele Substanzen unter höherem Druck früher, d. h. schon bei höherer Temperatur, erstarren, als unter geringerem Druck, und schließt daraus, daß wahrscheinlich der Kern der Erde zuerst fest geworden und noch fest sei, weil dieser nothwendig einem sehr starken Druck ausgesetzt ist. Verhält es sich so — was freilich noch nicht sicher nachgewiesen werden kann — so muß der Kern der Erde fest sein, darüber sich eine heißflüssige Zone befinden, und diese endlich wieder von einer festen Kruste umhüllt sein, die wir auf der Oberfläche bewohnen.

Von den menschlichen Begriffen von Wärme und Kälte müssen wir bei solchen Betrachtungen möglichst abstrahiren, sie sind ganz relativ und nur durch den Eindruck auf unser Gefühl bedingt. Das durch Wärme flüssige Eisen hat eben so gut seinen Gefrierpunkt als das Wasser, ebenso jedes andere Metall und jedes Gestein; das Festwerden derselben ist kein anderer Vorgang, als das Gefrieren des Wassers, ein Krystallisiren oder Erstarren durch Wärmeverlust. Was wir Kälte nennen, ist nichts

Anderes, als ein für organische Wesen empfindlicher Wärmemangel, und bestände unser Körper aus metallischen Stoffen, so wie er jetzt aus Knochen, Fleisch, Blut und anderen wässerigen Säften besteht, so würde für unser Leben eine dem Schmelzgrade dieser Metalle ungefähr entsprechende Temperatur zuträglich und nöthig sein, so wie jetzt die Temperatur, in welcher das Wasser seinen tropfbar flüssigen Zustand behält, die angemessenste für uns ist.

Man hat die eigene innere Wärme der Erde mit der warmblütiger Thiere verglichen, ohne indessen irgend eine wahre Analogie beider nachweisen zu können. Die Wärme der Thiere wird durch den unausgesetzten Oxydationsproceß, also durch einen langsamen Verbrennungsproceß der Nahrungsmittel hervorgebracht und erhalten; ein Vorgang dieser Art läßt sich aber bei der Erde durchaus nicht nachweisen oder annehmen. Für sie ist vielmehr sehr wahrscheinlich, daß die innere Wärme nur der Ueberrest einer einst noch viel höheren Temperatur der gesammten Masse ist.

Nicht übersehen dürfen wir aber, daß die Beobachtungen der Geologen ein allmäliges Dickerwerden der festen Erdkruste andeuten, und daß die Resultate einer fortschreitenden Erkaltung die ganze Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers charakterisiren, so wie sich dieselbe aus untergegangenen Organismen ableiten läßt.

Wenn diese Abkühlung eine immer langsamere und langsamere geworden ist, und jetzt nach Furrier's geistreicher Berechnung fast oder wirklich ganz aufgehört hat, so ist dies eine natürliche Folge der verminderten Temperaturdifferenz zwischen Erdoberfläche und Weltraum, denn jede Abkühlung erfolgt bekanntlich um so schneller, je größer die Temperaturdifferenz zwischen dem erwärmten und dem ihn abkühlenden Gegenstande ist. Wenn die Erde nicht durch die Sonnenstrahlen einen beständigen Wärmezufluß erhielte, so müßte die Abkühlung derselben durch Ausstrahlung (wenn auch noch so langsam) stets fortdauern, bis sie sich mit der Temperatur des Weltraumes ins Gleichgewicht gesetzt hätte; aber die Wärmezustrahlung durch die Sonne verhindert die Herstellung dieses Gleichgewichts, und gleicht vielleicht schon jetzt die Summe der Ausstrahlung aus. Bezeichnend

ist es, daß der Mensch als vollkommenstes Geschöpf auf der Erde erst erschienen ist, nachdem dieses constante Gleichgewicht nahe oder völlig erreicht war: mögen wir nun diesen Umstand als das Resultat eines weisen Schöpfungsplanes, oder als eine natürliche Folge fortdauernder organischer Entwickelung unter für die Vervollkommnung immer günstiger werdenden Umständen betrachten.

Siebenzehnter Brief.

Magnetismus der Erde.

„Was aber auch die Ursache der inneren Wärme unseres Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten sein mag, immer führt sie uns in diesem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zusammenhang aller primitiven Erscheinungen der Materie, durch das gemeinsame Band, welches die Molecularkräfte umschlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus." v. Humboldt S. 184.

Nach demselben Gesetz, nach welchem die ungleichnamigen Pole natürlicher oder künstlicher Magnete sich anziehen, die gleichnamigen sich abstoßen, nach demselben Gesetz wirkt der Erdkörper in einer beinah seiner Drehungsare entsprechenden Richtung auf jeden Magnet, d. h. er verhält sich in seiner Totalität wie ein großer Magnet, und in Folge davon hat man auch die Magnetpole Nord- und Südpol genannt, je nachdem sie von der Nord- oder Südpolargegend der Erde angezogen werden.

Der Magnetismus der Erde bringt an der Magnetnadel zwei Haupterscheinungen und mehrere untergeordnete hervor, welche alle offenbar von derselben Ursache ausgehen, in ihren Einzelnheiten aber mannichfach von einander abweichen. Die Haupterscheinungen sind: eine bestimmte Richtung der frei hängenden Nadel und eine bestimmte Intensität, mit welcher sie in dieser Richtung verharrt oder, gestört, in sie zurückkehrt. Die Richtung ist gegen zwei in der Nähe der Erdpole gelegene Punkte (magnetische Pole) gekehrt, und zwar dergestalt, daß in der nörd-

lichen Hemisphäre die sogenannte Nordspitze, in der südlichen die Südspitze, sich dem entsprechenden dieser magnetischen Erdpole zukehrt. Da es schwierig ist, eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte so aufzuhängen, daß sie sich nach allen Richtungen ganz frei bewegen kann, so benutzt man zur vollständigen Beobachtung der erdmagnetischen Richtung gewöhnlich zweierlei Arten von Nadeln: eine, welche sich in horizontaler Richtung frei bewegen kann (den sogenannten Compaß); diese muß stets horizontal aufgestellt werden; und eine andere, welche sich in verticaler Richtung frei bewegt, die Inclinationsnadel; diese muß mit ihrer Drehungsebene stets der Richtung der horizontalen Nadel parallel, d. i. im magnetischen Meridian, aufgestellt werden.

Die horizontale Nadel weist nun bei uns jetzt keineswegs genau gegen Nord, sondern 17 bis 18 Grad von Nord gegen West. Diese Abweichung vom wahren Norden nennt man die Declination; sie zeigt sich, wenn man in der Nähe des Aequators rings um die Erde herum Beobachtungen anstellt, fast überall verschieden, aber so, daß sie zwei Mal ungefähr gleich 0 wird, und zwei Mal ein Maximum von 10 bis 20° erreicht. Doch finden diese Ab- und Zunahmen nicht ganz regelmäßig statt.

Wenn man alle Orte einer Hemisphäre, in welchen gleiche Declination beobachtet wurde, durch Linien verbindet, so erhält man dadurch magnetische Meridiane, diese convergiren mit mancherlei inneren Biegungen nach beiden Seiten hin gegen die idealen magnetischen Pole, deren einer bei 70° nördlicher Breite im nördlichen Amerika, der andere bei 72° südlicher Breite zwischen Neuholland und dem Südpol liegt. Sie werden wohl thun, wenn Sie diese Linien in Berghaus' trefflichen geographischen Darstellungen der physikalischen Verhältnisse der Erde oder in Bromme's Atlas zu v. Humboldt's Kosmos [7]) betrachten, das gewährt eine bessere Uebersicht, als jede Beschreibung.

Die Declination eines Ortes bleibt sich aber nicht ganz gleich, sie erleidet seculäre, tägliche (stündliche) und unregelmäßige Schwankungen. Die Gesetze der seculären Schwankungen sind wegen des zu geringen Beobachtungszeitraumes noch gar nicht näher bekannt, doch scheinen sie eine

Drehung der magnetischen Pole um die geographischen in sehr großen Zeiträumen anzudeuten: 1580 ward in London eine östliche Abweichung von 11° beobachtet, 1657 war sie daselbst und 1669 in Paris gleich 0, seitdem ist dieselbe an beiden Orten eine westliche geworden.

Die täglichen Schwankungen sind sehr klein (betragen nur wenige Winkelminuten), aber sehr regelmäßig, sie scheinen vom Sonnenstande abzuhängen, und sehr merkwürdig ist es, daß in der nördlichen Hemisphäre die Nordspitze von 8½ bis 1½ Uhr einige Winkelminuten vom mittleren Stande gegen West (Nachmittag gegen Ost), in derselben Zeit aber in der südlichen Hemisphäre gegen Ost schwankt. Dazwischen liegt nach den neuesten Beobachtungen nicht, wie man früher vermuthete, eine Zone der Nichtveränderung der täglichen Abweichung, sondern nach Sabine eine Zone, in welcher vom Mai bis August die Schwankungen denen der nördlichen, vom Februar bis December denen der südlichen Hemisphäre folgen, während um die Tag- und Nachtgleichen große Unregelmäßigkeit derselben eintritt. Ueberdies glaubt Lamont eine ungefähr zehnjährige Periode in der Größe der täglichen Bewegungen der Nadel gefunden zu haben, für die er selbst keine Ursache erkannte. Wolf in Bern ist dagegen der Meinung, daß dieselbe genau übereinstimme mit einer von ihm beobachteten 10⅓jährigen Periode der Sonnenflecken. Verhält es sich so, dann bewährt sich hier auf's Neue ein sehr merkwürdiger Zusammenhang der Erscheinungen in den Räumen unseres Sonnensystemes. Das periodische Zu- und Abnehmen der dunklen Sonnenflecken verändert periodisch die Ausstrahlung der Wärme, in so geringem Grade freilich, daß es aus den Wärmebeobachtungen auf der Erde nur schwer erkennbar ist. Aber auch diese geringe Differenz hat einen Einfluß auf die Entwickelung und Vertheilung der magnetischen Kraft der Erde, die sich aus den Bewegungen der Nadel durch sehr sorgfältige Beobachtung auffinden läßt.

Die unregelmäßigen Schwankungen endlich treten besonders bei starken Nordlichtern (magnetischen Gewittern) ein, und sind zuweilen gleichzeitig über sehr große Flächenräume wahrnehmbar, während sie andere Male nur eine beschränkte Verbreitung gezeigt haben. Aehnliche Schwankungen läßt nun auch die Inclina-

tionsnadel wahrnehmen, deren Neigung (bei uns etwa 67°) gegen die Pole hin immer größer und zuletzt in deren Nähe 90°, also senkrecht wird. Am magnetischen Nordpol, dessen Localität vom Capitain Roß besucht wurde, war die Stellung der Nadel wirklich senkrecht. Wenn man die Orte gleicher Neigung durch Linien verbindet, so erhält man dadurch magnetische Inclinationslinien oder Parallelkreise, deren einer als magnetischer Aequator die Region ohne Neigung andeutet. Diese magnetischen Parallelkreise können bei der abweichenden Lage der Pole natürlich den geographischen nicht parallel gehen; sonderbar ist es aber, daß sie auch die magnetischen Pole nicht genau concentrisch umgeben, und die magnetischen Meridiane nicht überall rechtwinklig durchschneiden, wie man bei gleichmäßiger Wirkung von zwei Polen aus erwarten müßte.

v. Humboldt deutet in einer Note an, wie die Erscheinung der Inclination benutzt werden könnte, um an trüben Tagen auf Seereisen die geographische Breite zu bestimmen, was namentlich an von Nord nach Süd laufenden Küsten, wie die von Chile sind, oft von großem Nutzen sein würde. Ebenso macht er darauf aufmerksam, wie die gleichzeitigen unregelmäßigen Störungen der Nadel, gerade so wie die überall auf der Erde gleichzeitig sichtbaren Planetenverfinsterungen dazu dienen können, die Länge eines Ortes zu bestimmen. Es sei z. B. der Meridian des Ortes a bekannt, der von b zu bestimmen. Wenn nun in a und b eine und dieselbe in Wirklichkeit gleichzeitige Störung der Nadel zu verschiedenen Tagesstunden wahrgenommen wird, so ergiebt sich aus der Differenz der Tagesstunden an beiden Orten die westliche oder östliche Entfernung des Ortes b von a, und da die Lage (geographische Länge) des letzteren bekannt ist, auch die geographische Länge

des Ortes b. Setzen wir z. B. den Fall, bei Eintritt einer solchen überall gleichzeitigen Störung sei es in a erst 12 Uhr Mittags, in b aber schon 6 Uhr Abends, so ergiebt sich daraus, da die Erde sich alle 24 Stunden einmal um ihre Are dreht, und 6 ein Viertheil von 24 ist, daß b um ¼ der ganzen Umdrehung, also um 90° östlich von a liegt.

Die zweite Haupterscheinung der Nadel ist die Intensität, d. h. die Stärke der Kraft, mit welcher sie nach dem Pole gerichtet wird; man mißt sie, wie die Stärke der Erdanziehung durch gleich lange Pendel, durch die Schnelligkeit der Schwingungen derselben Nadel an verschiedenen Orten. Je schneller eine Nadel von bestimmter Länge schwingt, um so größer muß die Intensität der Anziehung sein, welche zwischen ihr und dem Pol besteht. Doch ist diese Intensität der Anziehung stets auch abhängig von der eigenen magnetischen Kraft der Nadel, weshalb eben zu den vergleichenden Versuchen stets dieselbe Nadel angewendet und in gleicher Kraft erhalten werden muß. Die Intensität nimmt ungleichförmig ab von den magnetischen Polen nach dem Aequator zu, wird aber nie völlig 0, da auch am magnetischen Intensitätsäquator selbst die magnetische Kraft noch wirkt. Doch auch die Kreise gleicher Intensität, die isodynamischen Linien, und ihr Aequator laufen weder mit den geographischen Parallelkreisen, noch auch mit den Inclinationslinien parallel, ja sie machen sogar sehr beträchtliche hakenförmige Biegungen, und auch die Intensität zeigt der Zeit nach örtliche Schwankungen der Ab- und Zunahme.

Woher dieser Mangel an Uebereinstimmung der magnetischen Linien rühre, ob er locale oder allgemeine Ursachen habe, ist bis jetzt nicht näher bekannt, als die Ursache des Erdmagnetismus überhaupt, für deren Wirkungsweise Gauß eine den bisherigen Beobachtungen entsprechende Theorie gegeben hat, die ich Ihnen aber leider hier nicht entwickeln kann, da sie zu viel mathematische Kenntnisse voraussetzt. Doch ist nicht zu verkennen, daß die Beugungen der magnetischen Linien einige Uebereinstimmung zeigen mit denen der Linien gleicher Wärme, auf die ich in einem späteren Briefe zurückkommen werde, während ihre Bewegungen etwas mit dem Stande der Sonne verknüpft zu sein scheinen. Die Untersuchungen von Gauß haben das

Verhältniß der magnetischen Kraft einer Nadel zu der des Erdkörpers kennen gelehrt. Es ergiebt sich daraus, daß 8464 Trillionen Magnetnadeln von einem Pfunde Gewicht, deren Axen sämmtlich gleiche Richtungen besitzen, erforderlich wären, die magnetische Wirkung der Erde im äußeren Raume zu ersetzen; vertheilt man sie gleichförmig durch den ganzen Erdkörper, so erhält jeder Würfel von anderthalb Fuß Seite eine davon. Da aber die Materie der Erde an ihrer Oberfläche, meistens ohne merkliche magnetische Wirkung, gewiß im Ganzen weit weniger magnetisirt ist, als sie sein würde, wenn jeder Würfel dieser Größe wirklich so viel Magnetismus enthielte, als eine Magnetnadel von einem Pfunde; so kann man sich der Annahme nicht entziehen, daß die Magnetisirung der Erde im Inneren weit größer sein muß, als an der Oberfläche. Es kann also auch nicht, wie zuweilen behauptet worden ist, der Magnetismus der Erde sich nur an ihrer Oberfläche entwickeln.

Die drei Systeme von Linien, wodurch man die Erscheinungen des Erdmagnetismus auf Karten zu versinnlichen sucht, können nur der Ausdruck eines momentanen oder des mittleren Zustandes sein, denn als dauernde Repräsentanten der wahren Erscheinung müßte sich das ganze Netz dieser Linien in beständigem Zittern und unregelmäßigem Fortrücken befinden. Erst wenn wir uns die Darstellung in solcher Bewegung denken, kann sie einigermaßen ein richtiges Bild von dem magnetischen Zustand des Erdkörpers gewähren.

Nichts in der anorganischen Natur erinnert mehr an das Nervenleben der Organismen, als dieses beständige Schwanken und Vibriren der magnetischen Wirkungen. Kein Wunder daher, daß die Naturphilosophen, welche sich am meisten von täuschenden Analogien befriedigt fühlen, diese ganze Erscheinung das Nervenleben der Erde nennen. Mag es sein, daß unserem Nervenleben und unserem Denken ähnliche Bedingungen zu Grunde liegen, immer besteht noch der große Unterschied, daß wir die Gesetze des Magnetismus schon weit besser erkannt haben, als die des Nervenlebens, und es ist sicher kein Gewinn, das besser Erkannte durch das weniger Erkannte zu erklären. Der wahre Forscher wird stets umgekehrt verfahren, den Magnetismus weiter verfolgen, und mit dessen Hülfe in Zukunft vielleicht das Ner-

venleben zu erklären suchen; er wird nicht den Erdmagnetismus durch das seinem Wesen nach noch viel weniger bekannte Nervenleben zu deuten suchen.

Uebrigens sind freilich die eigentlichen Ursachen des Magnetismus für uns noch in eben so tiefes Dunkel gehüllt, als die Ursachen des Nervenlebens, wie Sie das im Kosmos Seite 194 weiter erörtert finden. — Bemerkenswerth ist es, daß Secchi kürzlich nachzuweisen versucht hat, daß auch die Sonne, ähnlich der Erde, magnetische Kraft entwickele.

Eine ganz neue dem Magnetismus verwandte Eigenschaft fast aller Körper ist seit 1846 durch den berühmten englischen Naturforscher Faraday aufgefunden. Man hat ihr den Namen Diamagnetismus gegeben. Sie besteht darin, daß alle nicht magnetischen Körper vom Magnet abgestoßen werden, und zwar die meisten in gewissen Richtungen stärker als in anderen, so daß sie, frei aufgehangen, durch einen Magnet in bestimmte Richtungen gebracht werden können. v. Plücker fand, daß durch Verstärkung der Magnete die Wirkung des Diamagnetismus stärker zunimmt, als die des Magnetismus. Dieser Diamagnetismus dehnt sich selbst auf die Gasarten und auf die Lichtflamme aus, welche letztere zwischen zwei starken Magneten etwas zusammengedrückt wird. Sie fragen vielleicht, wie kommt es, daß man diese allgemeine Eigenschaft der Körper erst im Jahr 1846 aufgefunden hat? Das liegt daran, daß die Wirkung des Diamagnetismus außerordentlich schwach ist, und nur durch sehr feine Apparate wahrgenommen werden kann, so z. B. an einer Coulombischen Drehwage, deren einer Kugel man einen starken Magnetpol von der Seite her nähert. Am schwierigsten war es, die diamagnetische Wirkung an den Gasarten aufzufinden, es war nur dadurch möglich, daß manche Gasarten stärker abgestoßen werden, als andere, wodurch diese anderen scheinbar angezogen werden. Das ist ein ähnlicher, nur umgekehrter Fall, wie er bei dem Aufsteigen eines Luftballons eintritt. Das Gas im Ballon wird ebenfalls von der Erde angezogen, es wird aber nicht so stark angezogen, als die atmosphärische Luft, und diese drängt deshalb jenen, wie das Wasser eine Luftblase, in der der Schwere entgegengesetzten Richtung aufwärts.

Den innigen Zusammenhang der Polarlichter mit den magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers hat v. Humboldt so ausführlich besprochen, daß ich nur wenige Bemerkungen darüber hinzuzufügen brauche.

Von beiden Polen aus ergießen sich zuweilen ruhig, strahlend oder flammend, mehr oder minder starke Lichterscheinungen hoch am Himmel, die man Nord- oder Südlichter nennt, je nachdem sie in der nördlichen oder südlichen Hemisphäre, gegen den Nord- oder Süd-Pol hin gesehen werden. Je näher den Polen, um so häufiger beobachtet man sie; das ist sehr natürlich, da nur die sehr intensiven sich weit von den Polen nach dem Aequator zu ausdehnen, die häufigeren schwachen aber schon für unsere Breiten nicht mehr sichtbar sind. Den Bewohnern der Polarländer erhellen sie dagegen gar häufig ihre langen Nächte, gleichsam zum Ersatz für den Mangel belebender Sonnenhelle.

A. v. Humboldt sagt darüber unter Anderem: Wenn man alle Einzelheiten der Erscheinung in ein Bild zusammenfassen will, so sind die Entstehung und der Verlauf eines sich ganz ausbildenden Nordlichtes also zu bezeichnen. Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieser vom magnetischen Meridian durchschnitten wird, schwärzt sich der vorher heitere Himmel. Es bildet sich wie eine dicke Nebelwand, die allmälig aufsteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne sind sichtbar in dieser, wie durch einen dichten Rauch verfinsterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hellleuchtender Lichtbogen, erst weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen später entsteht, als das rauchgraue Segment, so kann man nach Argelander letzteres nicht einem bloßen Contraste mit dem helleren Lichtsaume zuschreiben. Der höchste Punkt des Lichtbogens ist, wo er genau gemessen worden ist, gewöhnlich nicht ganz im magnetischen Meridian, sondern 5°—18° abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Ortes sich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole sehr nahe, erscheint das rauchähnliche Kugelsegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontalkraft am schwächsten ist, sieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetischen Meridian am weitesten entfernt.

Der Lichtbogen im steten Aufwallen und formverändernden Schwanken bleibt bisweilen Stunden lang stehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demselben hervorschießen und bis zum Zenith hinaufsteigen. Je intensiver die Entladungen des Nordlichtes sind, desto lebhafter spielen die Farben vom Violetten und Bläulich-Weißen durch alle Abstufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Elektricität ist der Funke erst dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Explosion sehr heftig ist. Die magnetischen Feuersäulen steigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, selbst mit schwarzen, einem dicken Rauch ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben sie sich gleichzeitig an vielen entgegengesetzten Punkten des Horizontes und vereinigen sich in ein zuckendes Flammenmeer, dessen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick seinen leuchtenden Wellen andere und andere Gestaltungen giebt. Die Intensität dieses Lichtes ist zu Zeiten so groß, daß Lowenore (29. Jan. 1786) bei hellem Sonnenscheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erscheinung. Um den Punkt des Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungsnadel entspricht, schaaren sich endlich die Strahlen zusammen und bilden die sogenannte Krone des Nordlichtes. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelszeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung in ausströmendem Lichte. Nur in seltenen Fällen gelangt die Erscheinung bis zur vollständigen Bildung der Krone; mit derselben hat sie aber stets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horizonte steht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauspiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gefiedert, oder in kleine rundliche Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abständen getheilt.

Das Nordlicht ist nach Rankines Untersuchungen nicht polarisirtes, also ursprüngliches, nicht erst reflectirtes Licht. Stevenson hat während 10 Jahren, von 1838 bis 1847, zu Dunze

in Neuengland beobachteten Nordlichter aufgezeichnet und daraus ergiebt sich, wenigstens für diese Localität, eine sehr ungleiche Vertheilung auf die einzelnen Monate. Die in diesen Jahrgängen überhaupt beobachteten 236 Nordlichter sind auf die einzelnen Monate wie folgt vertheilt:

Januar	33,	Juli	2,
Februar	20,	August	14,
März	15,	September	43,
April	18,	October	34,
Mai	3,	November	30,
Juni	—,	December	25.

Allerdings muß man dabei berücksichtigen, daß sie im Sommer schwerer zu beobachten sind, als im Winter, immerhin bleibt aber der Herbst sehr bevorzugt.

Der hier folgende Holzschnitt versinnlicht eines der merkwürdigsten Beispiele des Nordlichtphänomens, welches am 19. October 1726 zu Breuilleport in der Normandie beobachtet wurde.

Das dunkle Nebelsegment zeigt hier eine Reihe fensterartiger Lichtöffnungen, aus deren unteren Strahlen hervorbrechen. Dies ist ein unerklärter Ausnahmsfall, die Löcherreihe ist in der Regel durch einen Lichtsaum vertreten.

Seitdem man den innigen Zusammenhang zwischen Magnetismus und Elektricität erkannt hat, seitdem man erkannt hat, daß der galvanische Strom, spiralförmig um einen nicht magne-

tischen Eisenstab geleitet, diesen magnetisch macht, und daß umgekehrt zwei schnell mit ihren Polen an einander vorbei gedrehte Magnete einen elektrisch-galvanischen Strom hervorrufen, und seitdem man zugleich weiß, daß die Erscheinung des Nordlichtes von besonderer Bewegung der Magnetnadel begleitet zu sein pflegt: da kann die elektrische Natur des Nordlichtes kaum noch bezweifelt werden. Eine sehr interessante Bestätigung hat aber diese Ansicht ganz neuerlich dadurch erhalten, daß Quet und Grove gezeigt haben, wie man mit Hülfe eines von de Rubenkorff construirten und später durch de Moncel verbesserten Apparates das Nordlicht oder wenigstens eine sehr ähnliche Lichtentwickelung künstlich in gewissem Grade nachahmen kann. Leitet man nämlich einen constanten elektrischen Strom von sehr großer Spannung durch einen möglichst luftverdünnten Raum, so bemerkt man zunächst, daß jedes der beiden mit kleinen Kugeln versehenen Drahtenden sich mit einem verschieden gefärbten Lichte umhüllt, und zwar so, daß die mit dem positiven Strom in Verbindung stehende Kugel roth, die mit dem negativen verbundene dagegen blau oder violett leuchtet. Wenn die Kugeln etwa 4 Zoll von einander entfernt sind, sieht man das rothe Licht in flammenähnlicher Gestalt bis fast an die negative, in violettes Licht gehüllte Kugel sich ausdehnen. Beide Lichter erscheinen geschichtet, so daß dunklere Zwischenräume mit glänzenden Linien in verschiedenen wellenförmigen Krümmungen abwechseln. Das Anregendste bei der Erscheinung ist aber, daß man eine auf- und abwärts gehende Bewegung der Schichten wahrnimmt, je nachdem man den negativen Pol mit der oberen oder unteren Kugel in Verbindung setzt. Wechselt man die Verbindungsdrähte am Apparat, so wechselt man auch die Richtung der Lichtbewegung. Offenbar hat dieses ganze Phänomen etwas sehr Polarlichtähnliches. Bedenkt man aber dazu, daß die Polarlichter der Erde sich in großer Höhe, also in sehr luftverdünntem Raume, zeigen, so wird man um so mehr zu der Vermuthung gedrängt, daß eine genetische Verwandtschaft zwischen ihnen und jenen künstlich hervorgebrachten Lichtphänomenen bestehe.

Achtzehnter Brief.

Leuchten der Weltkörper.

„Was dem Phänomen des Polarlichtes seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt."

v. Humboldt S. 207.

Das den Weltraum überall durcheilende Licht geht, wie Sie wissen, von gewissen Weltkörpern, den Fixsternen oder Sonnen, aus, während andere dunkel sind und nur in reflectirtem, polarisirtem Sonnenlichte erglänzen. Aber wahrscheinlich sind die meisten nicht vollkommen dunkel, sondern constant oder periodisch strahlt auch von ihnen ein matter Lichtschein aus, der seinen Ursprung in elektrischer oder magnetischer Spannung (Polarlichter), Phosphorescenz (Meeresleuchten) oder Hitze und Verbrennung (Vulkane, Waldbrände) hat; so wahrscheinlich auch von der Erde. Bessel vermuthet, daß den Kometenschweifen außer dem reflectirten ein ähnliches eigenthümliches Licht zukomme, wie er denn überhaupt diese wunderbaren Lichtbesen mit polaren Ausströmungen verglichen hat. Auch die Feuerkugeln und Sternschnuppen erglänzen, ehe sie zur Erde fallen, in nicht erborgtem, eigenem Lichte, welches bei ihnen vielleicht durch Berührung mit dem Sauerstoff unserer Atmosphäre wesentlich erhöht wird. —

Gestatten Sie mir, daß ich über das magische Leuchten des Meeres, welches zu den eigenthümlichen schwachen Leuchtprocessen unseres Erdkörpers gehört, Ihnen eine Stelle aus der lehrreichen Reise Darwin's[8]) hier mittheile.

„Während wir diese Breiten (südlich von der Mündung des Rio Plata) durchfuhren, zeigte die See in einer sehr dunkeln Nacht ein wundervolles und herrliches Schauspiel. Wir hatten einen frischen Wind, und jeder Theil der Oberfläche, den man während des Tages als Schaum sah, glühte jetzt von einem blassen Lichte. Das Schiff trieb vor seinem Bugspriet zwei Wogen flüssigen Phosphors her und in seiner Spur folgte ihm eine Milchstraße. So weit das Auge reichte, war der

Kamm jeder Welle hell, und der zurückgeworfene Glanz dieser bleichen Flammen verursachte, daß der Himmel über dem Horizonte nicht so dunkel war, wie anderwärts.

Wenn wir weiter nach Süden kommen, so ist die See selten phosphorescirend; und auf der Höhe von Cap Horn erinnere ich mich, es nur einmal so gesehen zu haben, und dann war es nicht einmal sehr glänzend. Dieses hängt wahrscheinlich davon ab, daß sich so wenige organische Wesen in diesem Theile des Oceans finden. Nach dem trefflichen Aufsatze von Ehrenberg über das Leuchten des Meeres ist es von meiner Seite fast überflüssig, etwas über den Gegenstand zu bemerken. Ich will indessen hinzufügen, daß dieselben zerrissenen und unregelmäßigen gelatinösen Körperchen, die Ehrenberg beschrieben hat, in der südlichen sowohl als in der nördlichen Hemisphäre die gewöhnliche Ursache dieser Erscheinung zu sein scheinen. Diese Körperchen waren so klein, daß sie leicht durch feine Gaze gingen; doch waren manche genau mit dem bloßen Auge sichtbar. Wenn man das Wasser in ein trübes Glas that und es bewegte, so leuchtete es; aber etwas davon in einem Uhrglase leuchtete fast niemals. Ehrenberg sagt, daß diese Körperchen einen gewissen Grad von Reizbarkeit behalten. Meine Beobachtungen, von denen einige gleich nach dem Schöpfen des Wassers angestellt wurden, gaben ein verschiedenes Resultat. Ich will auch erwähnen, daß ich das gebrauchte Netz während einer Nacht zum Theil trocken werden ließ, und als ich es zwölf Stunden später wieder gebrauchte, so fand ich, daß die ganze Oberfläche so hell leuchtete, als wie es zuerst aus dem Wasser genommen wurde. Es ist in diesem Falle unwahrscheinlich, daß die Körperchen so lange lebend geblieben sein können. Ich ersehe noch aus meinen Notizen, daß eine Meduse von der Gattung Dianeae, die ich so lange aufbewahrte, bis sie todt war, das Wasser, in welches sie gesetzt wurde, leuchtend machte. Wenn die Wogen mit hellen grünen Funken flimmern, so glaube ich, daß dies gewöhnlich durch kleine Crustaceen bewirkt wird. Aber es erleidet keinen Zweifel, daß sehr viele andere Seethiere während ihres Lebens leuchten.

Zweimal sah ich die See in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche leuchtend. Nahe der Mündung des Plata leuchte-

ten einige runde und ovale Stellen, von zwei bis vier Ellen im Durchmesser, mit scharfen Umrissen und mit einem stetigen aber blassen Lichte, während das benachbarte Wasser nur einige Funken von sich gab. Die Erscheinung glich dem Widerschein des Mondes oder irgend eines anderen leuchtenden Körpers; denn die Ränder waren buchtig durch die wellenförmige Bewegung der Oberfläche. Das Schiff, welches dreizehn Fuß im Wasser ging, ging über diese Stellen, ohne sie zu stören, hinweg. Wir müssen darum annehmen, daß einige Thiere in einer größeren Tiefe als der Boden des Schiffes zusammen waren.

In der Nähe von Fernando Noronha gab das Meer ein flackerndes Licht. Es war, als wenn ein Fisch sich schnell durch eine leuchtende Flüssigkeit bewegte. Die Matrosen schrieben es auch dieser Ursache zu, wegen der Häufigkeit und Schnelligkeit der Flammen hatte ich aber damals einige Zweifel. Ich habe bereits bemerkt, daß das Leuchten weit häufiger in warmen wie in kalten Himmelsstrichen ist. Ich dachte bisweilen, daß eine gestörte elektrische Beschaffenheit der Atmosphäre sein Hervorbringen am meisten begünstige. Ich glaube gewiß, daß die See am meisten leuchtet einige Tage, nachdem das Wetter ruhiger als gewöhnlich gewesen ist, während welcher Zeit sie von verschiedenen Thieren erfüllt war. Da ich bemerkte, daß das mit gelatinösen Körperchen erfüllte Wasser in einem unreinen Zustande ist, und das Leuchten in allen gewöhnlichen Fällen durch die Bewegung der Flüssigkeit in Berührung mit der Atmosphäre hervorgebracht wird, so war ich immer zu der Annahme geneigt, daß dasselbe das Resultat der Zersetzung der organischen Körperchen sei, durch welchen Vorgang (man könnte fast versucht werden, es ein Athmen zu nennen) der Ocean gereinigt wird."

Das Leuchten ist eine sehr allgemeine Eigenschaft der niedrig organisirten Seethiere; nicht nur die danach benannten Pyrosomen leuchten, auch die Salpen, die Medusen und Würmer, ja es giebt kaum ein niederes Seethier, was nicht zuweilen phosphorescirte. In den warmen Nächten der Tropen leuchtet die See oft wie ein allgemeines Feuermeer, und schon bei Nizza (erzählt Vogt[15]) sahen wir unsere Barke hell glänzende

Streifen hinter ihrem Kiele ziehen, und die Ruder, wie mit blitzenden Sternen bedeckt, aus dem Wasser hervor tauchen. Man hat sich vielfach mit dem Leuchten des Meeres beschäftigt, und bald dieses, bald jenes mikroskopische Thierchen als allgemeinen Leuchter und Beleuchter für die ganze Wassermasse angesehen; allein statt nach vereinzelten Wesen zu suchen, welche diese Eigenschaft haben sollen, hätte man besser gethan, das Leuchten als allgemeines Gesetz für alle niederen Seethiere aufzustellen, und nur die etwaigen Ausnahmen zu verzeichnen.

Man sieht bei den Pyrosomen deutlich, daß die einzelnen Thierchen es sind, durch deren Eingeweide sich allmälig das Licht fortpflanzt, und vielleicht mag die Erscheinung von dem Willen der einzelnen Thierchen abhängig sein. Alle diese Lichterscheinungen werden aber verstärkt oder hervorgerufen durch Berührung und Mißhandlung der Thiere, und wie es scheint, ist es theilweise die Bewegung, welche auf solche Reize einzutreten pflegt, die die Entwickelung des Lichtes bedingt. Das Licht aller Leuchtthiere ist indessen sehr wenig intensiv, und deshalb schon bei gewöhnlichem Kerzenlichte nicht mehr wahrnehmbar.

Offenbar steht das Leuchten mit gewissen Lebenserscheinungen in nächster Beziehung. Die abgestorbenen zersetzten Theile leuchten zwar auch eine Zeit lang, allein die Farbe des Lichtes ist eine ganz andere als an dem lebenden Thiere, und läßt sich auf den ersten Blick sehr leicht unterscheiden. Im Uebrigen wissen wir durchaus nicht, wie das Leuchten zu Stande kommt, und auf welchen Eigenschaften der organischen Materie es beruht. Auch die Versuche an italienischen Leuchtkäfern, welche wie unsere Johanniswürmchen, nur weit stärker leuchten, haben zu gar keinen Resultaten geführt.

Nach Camille Darest scheint mit dem Leuchten des Meeres sehr oft eine auch bei Tage sichtbare weiße milchige Färbung verbunden zu sein, welche nach Quatrefages von den kleinen leuchtenden Thieren, den Noctilucen herrührt. Diese weiße Färbung des Meeres kommt nach Darest wohl dreimal so häufig vor als die rothe.

Alle diese irdischen Lichtprocesse sind aber unstreitig gegen das Licht der Sonne als verschwindend klein zu betrachten, und

schon vom Monde aus würde man sie schwerlich wahrnehmen können, zumal da die Nachtseite der Erde immer nur von der Tagseite des Mondes gesehen wird.

Neunzehnter Brief.

Vulkanische Thätigkeit.

„Die vulkanische Thätigkeit ist die Reaction des Innern eines Planeten auf seine äußere Rinde und Oberfläche."
v. Humboldt S. 209.

Die alten Griechen gaben den feuerspeienden Bergen, welche theils in Gruppen, theils in langen Reihen über den Erdkörper vertheilt sind, mit ihrer Alles belebenden Phantasie eine poetische Deutung, sie waren ihnen die Feueressen der Werkstätte des Hephästos (Vulkan). Bringen wir das Phantastische von dieser Deutung in Abzug, so scheint sie auf einer besseren Erkenntniß der Sache zu beruhen, als viele der unglücklichen Erklärungen, welche im vorigen Jahrhundert versucht worden sind, wo man die Vulkane für das Resultat brennender Kohlenlager, für das Product sich zersetzender Schwefelkieslager und dergleichen hielt. Als S. H. Davy 1807 gefunden hatte, daß alle sogenannten Erden, die man bis dahin als einfache Körper betrachtete und deshalb Elemente nannte, als Oxyde gewisser Metalle zu betrachten sind, und daß bei der Verbindung dieser Metalle mit Sauerstoff (bei ihrer Oxydation) gewöhnlich starke Wärme und Lichtentwickelung stattfindet: da glaubte man durch diese höchst wichtige Entdeckung auch die Erklärung der Vulkane gefunden zu haben. Man hielt sie nämlich für das Resultat des fortdauernden Oxydationsprocesses eines metallischen Erdkernes, sowie man dann die ganze feste Erdkruste als das Product solcher von Außen nach Innen fortschreitenden Oxydation betrachten zu können glaubte. Davy selbst hat später die Unhaltbarkeit solcher Erklärung erkannt und

jetzt gehört ſie wie jene anderen erwähnten nur noch der Geſchichte der Wiſſenſchaft an.

Die neuere Zeit, welche ſich mit einſeitigen Erklärungen nicht begnügt, ſondern ein Zuſammenſtimmen aller Umſtände fordert, iſt für dieſe großartige Naturerſcheinung — die vulkaniſche Thätigkeit — welche v. Humboldt ſehr treffend als Reaction des Erdinnern gegen die Oberfläche bezeichnet, zu einer allgemeineren Anſicht gelangt, welche mit den merkwürdigen Temperaturverhältniſſen des Erdkörpers, ſeiner Dichtigkeit, ſeiner Form, ſeinem inneren Bau und ſeiner wahrſcheinlichen Entwickelungsgeſchichte in vollem Einklang ſteht, dabei aber in der That, wenn auch in einem anderen Sinne, an das unterirdiſche Feuer Vulkans mahnt.

So haben wir auch hier ein Beiſpiel, wie der menſchliche Geiſt von einer rein ahnungsvollen poetiſchen Naturanſchauung durch ſophiſtiſche einſeitige Spitzfindigkeiten zu einer einfachen umfaſſenden, wenn auch noch nicht vollendeten, aber auf Thatſachen geſtützten Theorie gelangt iſt.

Sie erinnern ſich wohl, daß wir aus der Form des Erdkörpers auf einen einſt heißflüſſigen Zuſtand ſeiner ganzen Maſſe, aus der Temperaturzunahme gegen das Innere auf eine noch nicht vollendete Erſtarrung, d. h. auf ein heißflüſſiges Inneres, aus der factiſchen Dichtigkeit auf eine innere Expanſion durch Wärme u. ſ. w. ſchloſſen. Eben ſo läßt die Vertheilung und Reihenfolge der foſſilen Organismen auf eine beſtändige Temperaturabnahme durch alle geologiſche Epochen hindurch, und der innere Bau der feſten Kruſte auf eine Zunahme ihrer Dicke, ſowie auf eine damit ſtets modificirte vulkaniſche Thätigkeit ſeit den älteſten Zeiten der Erdbildung ſchließen.

Nehmen wir nun aus allen dieſen Gründen an, daß unter einer feſten Kruſte von nicht genau beſtimmbarer und nicht überall ganz gleicher Dicke, deren Grenzen zwiſchen 5 und 20 Meilen liegen mögen, die Erdmaſſe ſich noch jetzt in heißflüſſigem Zuſtand befinde, ſo erklären ſich die Erſcheinungen der vulkaniſchen Thätigkeit ziemlich einfach. Die Attraction von Sonne und Mond, welche im Waſſermeer Ebbe und Fluth bewirken; nicht ganz gleichförmige Vertheilung der Wärme und der das

Erdinnere zusammensetzenden Substanzen; Entwickelung von Gasarten durch Zutritt von Wasser oder durch Entbindung aus dem flüssigen Material selbst; die gegen Innen gekehrten Unebenheiten der festen Kruste und früher wohl auch die Contraction der Rinde durch fortschreitende Abkühlung, mußten, und müssen noch, constante Strömungen und unregelmäßige Bewegungen an der Oberfläche des flüssigen Erdinnern oder einer flüssigen Region desselben hervorbringen, welche je nach den besonderen Umständen und Ursachen mehr oder weniger local sind. Wo durch solche Strömungen oder durch Erkaltung die feste Kruste fortdauernd und in großer Ausdehnung ihrer flüssigen Unterlage beraubt wird, da können langsame Senkungen großer Landstriche oder Theile des Meeresbodens (Senkungsfelder der Südsee, Grönland, Neufundland) bedingt werden, während ein beständiges Zuströmen nach andern Regionen hin ein ebenso beständiges Erheben des Landes wie in Scandinavien zu bewirken vermag. Diese seculären Bewegungen des Bodens können so langsam erfolgen, daß sie, wie in Schweden und in der Südsee nur mühsam und nur nach großen Zeiträumen beobachtbar sind. Diese am meisten von der gewöhnlichen vulkanischen Thätigkeit abweichenden Erscheinungen sind jedenfalls ihrer Ursache nach auch noch die räthselhaftesten, aber mit dem Vulkanismus der Erde stehen sie sicher in Beziehung.

Andere Fluthungen oder Gleichgewichtsstörungen in dem noch nicht erstarrten Erdkerne und namentlich solche, welche mit Gasentwickelungen verbunden sind, können dagegen heftige Erschütterungen, Erdbeben, plötzliche Niveauänderungen und endlich als Letztes: Ausstoßen der Gase und Hervorpressen heißflüssiger Erdmassen (vulkanische Eruptionen) hervorbringen. Wo etwa die Erdkruste besonders dünn oder sehr zerspalten ist, oder wo andere Umstände eine häufige Wiederkehr der bedingenden Ursachen hervorbringen, da werden an der Oberfläche Gruppen oder Reihen von Vulkanen oder häufige Erdbeben die Folge davon sein.

Eine falsche Idee über die Natur der Vulkane erweckt bei Vielen die Bezeichnung *feuerspeiender Berg*. Von wirklichem Feuer, d. h. von Flammen kann im Innern eines solchen Berges kaum die Rede sein. Im tiefen Innern der Erde fehlt

zur Verbrennung der nöthige Sauerstoff, da kann nur ein hoher Temperaturgrad, roth- oder weißglühender oder heißflüssiger Zustand gedacht werden, nicht aber das, was wir Feuer nennen. Ist daher die Ansicht der Geologen richtig, und die Erde im Innern heißflüssig, so darf man, um Mißverständnisse zu vermeiden, doch nie von innerem Feuer reden.

Selbst die scheinbare Feuersäule, welche sich bei heftigen Eruptionen oft mehr als 1000 Fuß hoch über den Krater erhebt, besteht nicht aus Flammen, wird nicht durch ein Verbrennen hervorgebracht, sondern theils durch im glühenden Zustande ausgeschleuderte Schlacken, theils und am meisten aber durch den hellen Widerschein der den Krater füllenden heißflüssigen Lava. Darum wird sie denn auch vom heftigsten Winde nicht gebeugt wie eine Flamme, sondern erhebt sich stets senkrecht über dem Krater.

Ehe ich Ihnen nun Beispielsweise die Schilderung einer vulkanischen Eruption mittheile, erlaube ich mir einige wenige allgemeine Bemerkungen über den Bau und die Thätigkeitsweise der Vulkane.

Zu den allgemeinsten Charakteren der Vulkane gehört ihre Kegelform, und die Krater genannte, trichterförmige Einsenkung, welche im thätigen, nach dem Ausdruck des gemeinen Lebens „feuerspeienden" Zustande mit einem tief in die Erde eindringenden Schlund in Verbindung steht. Im nicht thätigen „Ruhezustand" ist dieser Schlund mit Lava verstopft oder von oben herab zugerollt.

Untersucht man den inneren Bau dieser Kegelberge etwas näher, so ergiebt sich, daß dieselben größtentheils aus ausgeschleuderten Schlacken und aus ausgeflossenen Lavaströmen bestehen, die unregelmäßig übereinander geschichtet sind oder sich gangförmig, als Spaltenausfüllungen durchdringen. Die eigentlichen Vulkankegel, namentlich die kleineren, sind oft nur aus solchen um den Krater herum angehäuften Massen gebildet, und in diesem Falle nennt man sie Auswurfskegel oder Auswurfskrater, voraussetzend, daß sie, wie die Steinhalde eines Grubenschachtes, durch allmälige Anhäufung dieses Materials um den vulkanischen Schlund herum aufgebaut seien.

Zuweilen kann man aber deutlich erkennen und nachweisen, daß wenigstens ein Theil dieser Berge durch Erhebung früher in

tieferem Niveau vorhanden gewesener vulkanischer oder auch nicht vulkanischer Gesteinsmassen gebildet ist, und man nennt dann diesen Theil der Vulkanberge Erhebungskegel. Die größeren Vulkane bestehen in der Regel aus Erhebungskegeln mit aufgesetzten Ausschüttungskegeln. So besteht z. B. am Aetna der eigentliche 9100 Fuß hohe Hauptberg, der ungefähr den Umfang des Harzgebirges hat, aus offenbar im festen Zustande erhobenen Schichten, während auf diesem dann ein nur etwa 1100 Fuß hoher Auswurfskegel mit dem oberen Hauptkrater sich erhebt. Ja es finden sich auf den Abhängen dieses mächtigen Vulkans noch gegen 700 kleinere Auswurfskegel, Schlacken- und Lavakegel, die zum Theil auch mit besonderen kleineren Kratern versehen sind und deren selbstständige Höhe zwischen 50 und 700 Fuß schwankt.

Wenn aber, wie das ebenfalls mehrfach der Fall ist, die erhobenen Schichten um den Auswurfskegel und Krater herum noch einen zweiten mehr oder weniger geschlossenen concentrischen Wall bilden, wie z. B. die Somma um den Vesuvkegel, so nennt man diesen Wall Erhebungskrater. Es sind dies wichtige in der Entstehungsweise begründete Unterscheidungen, auf welche zuerst der scharfsinnige Leopold v. Buch aufmerksam gemacht hat.

Die Erhebungskrater erreichen zuweilen einen so ganz außerordentlichen Durchmesser, daß sie schon dadurch sich von den Auswurfskratern unterscheiden, und sehr an die Ringgebirge der Mondoberfläche erinnern.

Wenn wir nun von diesen allgemeinsten architektonischen Verhältnissen der Vulkanberge, die natürlich in den einzelnen Exemplaren auf das Mannichfachste modificirt sind, uns zu den Vorgängen ihrer Thätigkeit wenden, so läßt sich auch von dieser ein ungefähres allgemeines Bild entwerfen, welches allerdings in jedem besonderen Falle mannichfachen Modificationen unterworfen ist.

Die Vulkane sind nicht immer in Eruption begriffen, oft ruhen sie lange Perioden hindurch, man erkennt ihre Natur nur noch an ihrem Bau oder aus den schwachen Exhalationen von Gasen und Dämpfen, welche aus dem Krater oder aus Spalten hervorbrechen. Diesen Zustand nennt man den Ruhezustand, der Krater ist ausgefüllt, und oft zugänglich. So für gewöhn-

lich beim Veſuv. Andere Vulkane ſind ſogar ſeit Menſchengedenken gar nicht mehr thätig geweſen, ſie rauchen und dampfen nicht einmal mehr. Dieſe pflegt man erloſchene Vulkane zu nennen, ſo z. B. die in der Eifel und in der Auvergne. An ſie ſchließen ſich dann die gewöhnlichen Baſalt-, Phonolith- und Trachit-Berge ohne Krater und Lavaſtröme innig an.

Ehe nun ein Vulkan aus dem Zuſtand der Ruhe in den der Eruption übergeht, verräth ſich das gewöhnlich ſchon einige Tage oder Wochen vorher durch unterirdiſches Getöſe, durch erdbebenartige Erſchütterung des nächſten Umkreiſes oder durch Verſtärkung der Rauch- und Dampfausſtrömungen.

Dann erfolgt plötzlich der erſte Ausbruch; was den Kraterſchlund füllte, wird gewaltſam hoch in die Luft geſchleudert, eine mächtige Säule aus loſen Schlacken und Schlackenſtaub (vulkaniſcher Aſche) ſchießt von Dämpfen getrieben aus dem Krater ſenkrecht empor, ſich in großer Höhe nach den Seiten ausbreitend und herabſtürzend oder vom Winde weit fortgetrieben. Zugleich entwickelt ſich Elektricität, es bilden ſich Gewitter und entladen ſich unter heftigen Blitzen und Donnern. Das iſt eine ſecundäre Erſcheinung, die nichts mit der vulkaniſchen Thätigkeit an ſich zu thun hat, ſondern nur durch deren Aeußerung in der Atmoſphäre entſteht.

Iſt der Kraterſchlund auf dieſe Weiſe geöffnet und ausgefegt, ſo ſteigt in ihm die heißflüſſige Lavaſäule empor. Iſt der Kegel durch gewaltige Erſchütterung irgendwo geborſten, ſo fließt die Lava aus den gebildeten Spalten hervor und ergießt ſich am Abhang in Strömen. Sind ſolche Zerſpaltungen nicht oder nicht genügend vorhanden, ſo füllt ſie den Krater bis zum Rande und fließt über deſſen niederſte Stelle herab.

Mit dem Ausfließen der Lava pflegt die Energie der Eruption nachzulaſſen, und häufig iſt die augenblickliche Thätigkeit damit beendet, es tritt wieder eine Periode der Ruhe ein. Das Sicherheitsventil hat ſich entladen. Solches iſt der normalſte Verlauf der vulkaniſchen Eruptionen, aber Energie, Dauer und gegenſeitiges Verhältniß der einzelnen Momente ſind außerordentlich ungleich.

Erlauben Sie, daß ich unter den vielen vulkaniſchen Eruptionen, welche beſchrieben worden ſind, eine hervorhebe, die als

ein gutes Beispiel dienen wird: es ist die anziehende Schilderung, welche Fr. Hoffmann*) von der Entstehung der Insel Ferdinandea entworfen hat.

Etwa 8 Meilen von Sciacca an der sicilischen Küste entfernt, erschien im Jahre 1831 mitten im Meere eine neue vulkanische Insel. Ihrer Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöße, welche 5 Tage lang, vom 28. Juni bis zum 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten. Man ahnte damals durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöße; nach dem letzten derselben begann indeß wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben etwa 600 bis 700 Fuß tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorübersegelndes Schiff wahrgenommen worden; man beschrieb dieselbe wie das Erheben einer großen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa 10 Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von 80 bis 90 Fuß erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäßigen Zeitabständen von 15, 22 bis 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr groß; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien sah man am Morgen des 12. Juli zuerst eine große Menge kleiner fein poröser Schlackenstückchen umherschwimmen, welche ein frischer Südwestwind herbeitrieb. Man roch gleichzeittig auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgas-Geruch. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizonte eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Von Zeit zu Zeit hörte man ein donnerähnliches Getöse herübertönen.

Friedrich Hoffmann, welcher, damals gerade in Sicilien anwesend, sich am 24. Juli der Eruption zur See bis auf eine Viertelstunde näherte, und dem ich schon das Obige entlehnte, beschreibt die ganze Erscheinung ferner wie folgt: Wir

sahen deutlich, daß die hervorgetretene noch flache schwarze Insel den Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fuß im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäßig und nur durch die Windrichtung modificirt um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit großer Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen von schneeweißen Dämpfen auf. Sich an einander kettend und einander durchrollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenscheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über das Meer wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fuß schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlakkenwürfe, welche die Dampfwolken mannichfach durcheinander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen. Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend oft bis zu 600 Fuß hoch und darüber eine dichte schwarze Rauchsäule, welche an ihren oberen Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder hervorgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umherflogen und herabstürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weiße Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unseren Blicken. Inzwischen ließ sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft aneinander schlagenden Steine und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses verneh-

men. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in den Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine große Zahl von oft hell leuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin und her zucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu sein schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8—10 Minuten und selbst bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie, und es trat eine minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausstoßen der Dampfballen fortdauerte.

Diese Reihenfolge von Ausbrüchen schüttete die neue Insel, welche man unter Anderem mit dem Namen Ferdinandea belegte, in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über

dem Meere und bis zu dem Umfange von einer Viertelstunde auf, und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun gefahrlos betreten und von den Engländern in Besitz genommen werden; doch übten die Wellen des Meeres an den überall frei aus ihnen hervorragenden lockeren Sand- und Schlackenbergen so wirksam und sichtlich ihre zerstörende Kraft, daß schon im December desselben Jahres nichts mehr von der Insel zu sehen war. Später blieb nicht einmal eine die Schifffahrt störende Sandbank zurück, obwohl am 16. Mai 1833 an derselben Stelle neue, aber spurlos vorübergegangene Ausbrüche begonnen haben sollen.

Diese anziehende Schilderung Friedrich Hoffmann's schien ganz geeignet, ein Miniaturbild von den zuweilen ungleich großartigeren Ausbrüchen der italienischen Vulkane zu geben, welche oft genug in Lehrbüchern und Zeitschriften beschrieben worden sind. Bei ihnen steigt die Auswurfsgarbe manchmal zu weit beträchtlicheren Höhen und ist mit lebhafteren Feuererscheinungen verbunden. Die feurige Garbe des Vesuvs soll im Jahre 1775 über 3000 Fuß Höhe erreicht, und der Aetna soll zuweilen Steine bis zu 6600 Fuß Höhe geschleudert haben. Ein anderer wesentlicher Unterschied der geschilderten kleinen Eruption beruht in dem Mangel einer Lavaergießung. Hätte eine solche auf dem neuen Inselvulkane stattgefunden, so würde er dadurch wahrscheinlich vor dem gänzlichen Wegspülen durch Meereswogen geschützt worden sein. Ferdinandea scheint, wie die im Jahre 1783 an der Küste Islands für kurze Zeit sichtbare Insel, eine von den nicht durch Erhebung des Bodens, sondern nur durch Anhäufung vulkanischer Auswürflinge entstandenen Inseln gewesen zu sein; deshalb kann sie nicht mit jenen wahren Erhebungsinseln verglichen werden, die ebenfalls durch vulkanische Thätigkeit in historischer Zeit emportraten, welche aber aus älteren, zuweilen nicht einmal vulkanischen Gesteinen bestehen. Solche dauernde neue Inseln sind z. B. in dem Golf von Santorin und in der Nähe der ebenfalls vulkanischen Insel Umnak (zu den Aleuten gehörig) bekannt.

Nach diesen speciellen Bemerkungen erlaube ich mir noch einige allgemeinere über die vulkanische Thätigkeit. Unstreitig gehört dieselbe zu den allgemeinsten Eigenschaften des Erdkörpers, sie ist in seiner ganzen Natur und Entstehungsweise begründet, sie ist nicht etwas local Begrenztes oder nur einer bestimmten Zeitperiode Angehöriges. Die Vulkane, als am meisten charakteristische Merkmale dieser allgemeinen Thätigkeit, sind nicht gleichmäßig und auch nicht nach bestimmten Regeln über die Erdoberfläche vertheilt. Rücksichtlich ihrer Vertheilung findet durchaus keine allgemeine Beziehung zur Form der Erde, zu ihrer Drehungsaxe oder zu klimatischen Zonen statt. Man kennt sie unter allen Breitengraden, die bis jetzt von Menschen besucht wurden, man kennt sie am Aequator, wie in der Nähe der Pole, in der nördlichen,

wie in der südlichen Hemisphäre. Mehrere Tausend Vulkane sind bereits bekannt und diese erscheinen in vieler, doch nicht in jeder Beziehung ganz unregelmäßig über die Erdoberfläche vertheilt. Einige bis jetzt erkannte Regeln ihrer Vertheilung sind diese:

1) Sie sind häufiger an den Meeresküsten, auf Inseln oder auf dem Boden des Meeres, als tief im Innern der Continente. Unter den genauer bekannten liegen nur sehr wenige über 30 Meilen vom Meere entfernt.

2) Es finden sich gewöhnlich mehrere beisammen in einer vulkanischen Gegend, und wo sich mehrere beisammen finden, da zeigen sie sich,

3) theils um einen Mittelpunkt gruppirt als Centralvulkane, Vulkangruppen, theils in langen Reihen hintereinander als Reihenvulkane. Vulkangruppen bilden z. B. die italienischen Vulkane, die der canarischen Inseln u. s. w., Vulkanreihen dagegen die der Andeskette, die des Inselgürtels vor Ost- und Süd-Asien u. s. w. L. v. Buch sagte von diesen Reihenvulkanen oder Vulkangürteln sehr treffend: sie liegen als besondere Oeffnungen auf langen Spalten.

Auf den physikalischen Karten von Berghaus und Bromme, die wie gesagt überhaupt zur schnellen Uebersicht aller natürlichen Verhältnisse der Erdoberfläche nicht genug zu empfehlen sind, können Sie außer den Vulkan-Gürteln und Gruppen die beobachtete Verbreitung der Erschütterung vieler Erdbeben sinnreich dargestellt finden, der Erdbeben, die unverkennbar ebenfalls eine Folge der allgemeinen vulkanischen Thätigkeit des Erdkörpers sind, wie ich Ihnen später wohl noch ausführlicher nachzuweisen Gelegenheit habe werde. Sie werden da sehen, wie die zuweilen ganze Welttheile umfassenden Erschütterungsgebiete sich der Kreis- oder Ellipsenform nähern, deren Regelmäßigkeit auf den Karten zum Theil allerdings nur Folge der Darstellung ist. So große Gebiete, die von einem Welttheile zum andern reichen, können unmöglich von Ursachen, die der Oberfläche nahe liegen, erschüttert werden, sie nöthigen, auf einen tiefen Sitz der vulkanischen Thätigkeit zu schließen. Nur der angenommene heißflüssige Zustand des Erdinneren, keine andere der bisherigen Theorien, genügt zu ihrer Erklärung.

Sie werden aus Berghaus' Karten zugleich ersehen, daß es vorzugsweise gewisse Gegenden der Erde sind, welche häufig von Erdbeben heimgesucht werden, während andere, wie unser gesegnetes Deutschland, fast frei davon sind. Aber in den großen Zeiträumen geologischer Entwickelung hat die vulkanische Thätigkeit vielfach ihren Sitz gewechselt, so daß man fast überall, wenigstens in allen Gebirgsgegenden, Spuren derselben vorfindet. Die jetzt häufig erschütterten Gegenden sind zugleich dieselben, in welchen Berge Feuer dem üblichen Ausdrucke nach speien und auch dadurch die Reaction des Erdinnern auf die Oberfläche verkünden. Doch muß ich hierzu bemerken, daß in den langen Vulkanreihen z. B. der Anden, die vulkanfreien Lücken öfter und stärker von Erdbeben heimgesucht zu werden pflegen, als die Regionen, in welchen viele Vulkane vorhanden sind, und daß Erdbeben häufig aufhörten, sobald ein benachbarter Vulkan zu speien anfing. Seine Eruption schien gleichsam wie die Oeffnung eines Sicherheitsventiles zu wirken. Der ursachliche Zusammenhang beider Naturphänomene wird hierdurch, sowie durch das sehr gewöhnliche historische Zusammentreffen von Erdbeben und Eruptionen um so sicherer. — Ich beschreibe Ihnen kein Erdbeben, da Sie in Reisewerken und Zeitungen oft genug Berichte darüber gelesen haben werden.

Zwanzigster Brief.

Gasquellen.

„Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchskegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind, geschmolzene Erden."
v. Humboldt S. 227.

Sie fragen mit Recht nach dem Ursprunge der gasförmigen Ausströmungen aus dem Erdinnern. Wo, wie und wodurch werden Wasserdampf, Kohlensäure, gekohltes Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldampf, schweflige und Hydrochlorsäure im Innern der Erde entwickelt und durch Spalten ausgetrieben? Die Antwort hierauf ist im Allgemeinen

sehr einfach: durch den Proceß, welchen die Chemiker Destillation nennen, und welcher durch Wärme (Erdwärme) vermittelt wird. Wo die Innenwärme der Erde besonders energisch gegen die Oberfläche wirkt, wie man dies in vulkanischen Gegenden voraussetzen muß, da sind deshalb auch die Dampf- und Gasquellen am häufigsten zu finden. Nicht so leicht ist es dagegen, die einzelnen Erscheinungen zu deuten und auf ihren Ursprung zurückzuführen.

Wasser dringt vielfach durch Spalten in das Innere der Erde ein; gelangt es dabei in sehr große Tiefen, so wird die nothwendige Folge davon stets seine Umwandlung in Dampf sein. Der Dampf steigt dann durch alle möglichen Wege zur Oberfläche hervor; unterwegs wird sich ein großer Theil desselben an den kälteren Gesteinswänden niederschlagen, wenn er aber mit großer Energie durchgepreßt wird, oder wenn diese Wände nach und nach durch den Dampf selbst eine erhöhte Temperatur angenommen haben, so kann er bis zur Ausströmung in die Atmosphäre gelangen.

Zu den häufigsten Gasquellen gehören die der Kohlensäure. G. Bischoff, der sich sehr viel mit ihrer Untersuchung beschäftigt hat, ist der Meinung, daß sie durch unterirdische Zersetzung von kohlensäurehaltigen Mineralien, namentlich des Kalksteines, entstehen. In jedem Kalkofen wird durch künstliches Feuer ein ähnlicher Proceß eingeleitet, die Kohlensäure entweicht und Aetzkalk bleibt zurück. Die Kohlensäure kann aber aus dem Kalksteine nicht blos durch Wärme, sondern auch durch andere Säuren, welche mit der Kalkerde näher verwandt sind als Kohlensäure, z. B. durch Schwefelsäure, ausgetrieben werden; in diesem Falle bleibt dann schwefelsaurer Kalk, d. i. Gyps, zurück.

Gekohltes Wasserstoffgas erzeugen wir künstlich durch Glühen von Steinkohlen, um unsere Städte damit zu beleuchten. Die Natur scheint diesen Proceß seit Jahrtausenden im Großen auszuführen. Tief liegende Kohlenlager erleiden durch Erdwärme eine fortdauernde langsame Verkookfung, die Resultate derselben sind Ausströmungen von brennbarem Kohlenwasserstoffgas, Bitumen (Erdöl und Asphalt) und, als in ursprünglicher Lage verbleibend, Anthrazit oder Graphit. So erklären sich gleich-

zeitig die Anthrazit- und Graphitlager, das Bitumen der Erde und die brennbaren Gasquellen.

Schwefellager oder sich zersetzende Schwefelmetalle können in ähnlicher Weise die Ursachen der Ausströmungen von Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldampf, oder schwefliger Säure werden, und Zersetzung von Meerwasser die von Hydrochlorsäure-Ausströmungen. Für den einzelnen Fall aber ist es oft sehr schwierig, die näheren Bildungsumstände zu bezeichnen.

Wenn wirklich die ganze Erde einst heißflüssig war, und durch langsame Abkühlung in den Zustand kam, in welchem sie sich befindet, wie die Geologen vermuthen, so mußte es eine Zeit geben, wo zwar schon eine feste Oberfläche vorhanden und auf ihr Sauerstoff und Wasserstoff unter hohem Atmosphärendruck zu Wasser zusammengetreten, die allgemeine Temperatur aber noch so hoch war, daß die Atmosphäre eine Menge Stoffe gasförmig enthielt, die erst nach und nach fest wurden. Dahin gehören besonders Wasserdämpfe und Kohlensäure. Eine solche Atmosphäre machte höheres Thierleben (durch Lungen athmende Thiere) unmöglich, war dagegen einer üppigen Vegetation außerordentlich günstig, deren Reste wir in den alten Kohlenlagern angehäuft finden, worin denn zugleich ein großer Theil des früher als Kohlensäure gasförmigen Kohlenstoffes fest geworden ist, während ein anderer Theil sich in den durch Wasser und häufig wohl durch Vermittelung des organischen Lebensprocesses von Zoophyten und Schalthieren abgelagerten Kalksteinen vorfindet, die ihre kalkigen Gehäuse, die Korallen und Schalen, daraus bauten. Diese bestehen nämlich aus kohlensaurer Kalkerde, und es ist kaum denkbar, daß ihre Kohlensäure ursprünglich mit dem Calcium der Erde zu Kalkstein verbunden war. Außer der besonderen Zusammensetzung der Atmosphäre mußte auch noch die gleichförmigere und hohe Temperatur einer exotischen Flora sehr günstig sein, deren baumförmige Farren, Lycopodien uns Equisetaceen in der Kohlenformation begraben liegen.

So fügen sich allmälig alle die einzelnen Räthsel des Erdbaues und der erdphysikalischen Vorgänge zu einem harmonischen Ganzen. Die vereinzelten Erscheinungen zeigen sich als die nothwendigen Glieder einer überall zusammenhängenden Kette von Vorgängen.

Einundzwanzigster Brief.

Geyser.

„Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich ferne von allen Vulkanen. v. Humboldt S. 229.

Da der Kosmos die interessante und lange falsch beurtheilte Erscheinung der Geyser nicht näher berührt, so glaube ich um so mehr, Ihnen einige Mittheilung darüber schuldig zu sein, um dadurch die Betrachtungen über die heißen Quellen in etwas zu ergänzen. Die Geyser (oder Geisire) sind, wie Sie wissen werden, heiße intermittirende Quellen, welche aus kegelförmigen Mündungen in mehr oder weniger regelmäßigen Perioden heiße Wasser- und Dampfmassen ausschleudern, während dazwischen Perioden der Ruhe liegen. Die Geyser gehören zu den merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten Islands, und ich kann mir es nicht versagen, v. Leonhardt's[14]) treffliche Beschreibung derselben hier einzuschalten.

„Die Beschaffenheit des Quellwassers, namentlich dessen Temperatur, zeigt sich auf Island sehr verschieden, und eben so ungleich werden andere Eigenschaften der Quellen gefunden. Einige Quellen sind nur lauwarm, andere siedend heiß; diese fließen ruhig, sie lassen nie Aufwallungen wahrnehmen; jene dagegen sprudeln empor, kochen fortwährend auf, und manche, denen nur periodisch solche Erscheinungen eigen, bilden selbst mehr oder weniger beträchtliche Fontainen. In der Sprache Eingeborner heißen letztere Quellen Huerer oder Geyser, die ersteren aber, die ruhig fließenden, Laugar. Zum Theil bleiben die Quellen nicht unbenutzt. Anwohnende kochen ihr Essen darin; sie hängen Kessel mit Fleisch in kaltem Wasser hinein. Andere Quellen dienen als Bäder und wurden schon seit früher Zeit — denn einige kennt man seit dem 13. Jahrhundert —, des bequemeren Gebrauchs halber, mit Mauern umfaßt, auch in der Runde mit Sitzen versehen. In einer

dieser Quellen, im Borgafjords-Syssel, wurden im Jahre 1000, bei Einführung des Christenthums, die ersten Westländer getauft; heutigen Tages noch steht jene Quelle in großem Ansehen.

So weit unsere Nachrichten über die Insel zurückreichen, findet man auch der Geyser gedacht. Ein altes isländisches Werk aus dem zwölften Jahrhundert bezeichnete sie als „Kessel, in welchen der Teufel die Verdammten kocht." Nicht fern von Skalholt, etwa eine Meile gegen Nordwest, und ungefähr sechs geographische Meilen nordostwärts vom Hekla, trifft man diese überaus herrlichen Schauspiele, welche die Bewunderung aller Reisenden erwecken. Sie finden sich im Haukedal, einem flachen Thale, das durch eine ungefähr 700 Fuß hohe Felsenreihe umschlossen wird, bestehend aus übereinander gereihten Lagern von Tuffen, von Schlackenströmen und Schlackenconglomeraten. Die Thalsohle besteht aus sumpfigem Wiesengrunde.

An empor wirbelnden, in die Luft sich wälzenden Dampfwolken, nicht selten auch an mächtigen, hoch aufwärts steigenden Schaumsäulen, sind die Geyser schon aus ansehnlicher Ferne zu erkennen. Zahlreiche Quellen — es sollen deren bei 50 sein, und fast jede besitzt ihre besonderen Eigenthümlichkeiten — finden sich einzeln oder in Gruppen beisammenliegend. Einige stoßen blos Wasser aus, anderen entströmen mit dem Wasser zugleich mehr oder weniger gewaltige Dampfmengen, noch andere enthalten kein oder nur wenig schlammiges Wasser, aber es entströmen ihnen heiße Gase. Während besonders heftiger Erdbeben zeigten alle Springquellen fast ununterbrochene Thätigkeit, auch brachen hin und wieder neue hervor, um später wieder zu verschwinden. Von einigen, die in früheren Zeiten ihr Wasser mit ungemeiner Stärke und hoch empor geworfen, weiß man, daß sie nach heftigen Erdbeben allmälig versiegten, andere dagegen erlangten erst Bedeutung in Folge solcher Katastrophen.

Der berühmte große Geyser — das Wort stammt vom Isländischen „geysa" oder „giosa", was so viel sagen will als „wüthen, mit Ungestüm hervorbrechen" — hat seinen Sitz ungefähr in der Mitte jener Quellen, von denen wir soeben sprachen. Ein Hügel, ein kreisförmiger Wall, etwa 30 Fuß hoch und von 200 Fuß Durchmesser, umgiebt ihn; es ist dies

ein Gebilde, aus Bodensätzen der Quelle entstanden und, wie begreiflich, öfterem Gestaltenwechsel unterworfen. In unmittelbarer Nähe finden sich einige ärmliche Hütten Eingeborener.

Auf dem Gipfel des Hügels, der sich nicht bedeutend über die ebene Thalsohle erhebt, von ihm umschlossen und eingefaßt, trifft man ein sanft abfallendes Becken, etwa 60 Fuß im Durchmesser und 7—8 Fuß tief. Inmitten des Bodens ist eine cy-

lindrische, schachtähnliche Röhre, ein Schlund, oben 10 Fuß weit, abwärts sich verengend und, wie das hinuntergesenkte Bleiloth ergab, 70 Fuß tief. Die glatten Wände der Röhre bestehen ebenfalls aus kieseligen Incrustationen. Unmittelbar vor Ausbrüchen pflegt das Wasser in der Röhre sich immer mehr und mehr zu erheben und endlich ins Becken überzufließen; dies ist gewöhnlich das sicherste Zeichen einer nahen Katastrophe. Allein mitunter sinkt auch das Wasser wieder nach und nach, bis endlich das Becken vollkommen trocken wird, ohne daß eine Eruption erfolgt.

Von den Eigenschaften des Geyserwassers berichten manche Reisende gar seltsame Dinge; Mährchen, welche nicht verdienen wiederholt zu werden. Es hat unmittelbar nach Eruptionen Siedehitze. Das Wasser ist vollkommen klar und läßt sich, gehörig abgekühlt, trinken; man kann es Jahre lang in Flaschen bewahren, ohne daß sich irgend ein Niederschlag zeigt; Chemiker fanden darin: Kieselerde, Thonerde und einige Natronsalze, namentlich kohlensaures Natron.

Im Ruhezustande, wenn nicht die geringste Thätigkeit wahrzunehmen, erweckt der Geyser die nämlichen Gefühle, womit man

an den Kraterrand eines schlummernden Vulkans tritt. Bedeutende Ausbrüche, auf welche Reisende oft Tage lang warten müssen, gewähren einen wunderbar entzückenden Anblick, das prachtvollste, reizendste Schauspiel. Nirgends bietet die Natur Etwas, das jenen Erscheinungen gleichkäme, und noch weniger gelang es der Kunst, Anlagen zu schaffen, welche sich damit messen könnten; denn was auf der Wilhelmshöhe bei Kassel zu sehen und in den gepriesenen Gärten von Versailles, steht dem Geyser sehr nach. Mit gewaltiger Kraft, von unterirdischem Getöse, dumpfem Brüllen oder Donnern begleitet, den Ausströmungen aus dem Kessel einer Dampfmaschine vergleichbar, und indem der Boden erzittert, so daß der Beckenrand zu bersten droht, bricht die volle, acht Fuß starke Wassersäule mit den glänzendsten Farben, mit dem reinsten Schaume. Sie steigt, sie schießt pfeilschnell, und die vielartigsten Gestalten sich aneignend, bald mehr, bald weniger hoch empor; oft nur 15—20 Fuß, in anderen Fällen 80—90 Fuß. Manche reden von 100, ja von 150 Fuß; allein diese Angaben müssen als sehr muthmaßliche, willkürliche gelten; denn unermeßliche Dampfwolken hüllen die Wassersäule so ein, daß man sie kaum zu überblicken vermag. Schätzungen von 50 Fuß Stärke und 300 Fuß Höhe sind jedenfalls arge Uebertreibungen; Dämpfe mögen getäuscht haben. Es umgeben diese nicht blos die Wassersäule, sie breiten sich auch weithin aus und erheben sich oft um Vieles mehr, so daß dieselben den ganzen Horizont in der Runde erfüllen; auch die im vollen Glanze leuchtende Sonne wird verfinstert, nur die Spitzen des gewaltigen Wasserstrahles glänzen in reizendster Weiße; wie Gold- und Silberstaub fallen die fein zerstiebten Tropfen nieder. Zuweilen scheinen die Riesenkräfte ermatten zu wollen, die Säule verschwindet plötzlich, aber mit erneuter Kraft sieht man sie bald wieder emporgeschleudert."

Bis vor wenigen Jahren glaubte man diese periodischen Wasserauswürfe durch unterirdische Höhlenräume erklären zu müssen, aus welchen durch Entwickelung von Dämpfen das Wasser hervorgepreßt und geschleudert werde. Bunsen, welcher 1846 Island besuchte, hat diese Ansicht berichtigt. Die Erscheinung erklärt sich nach ihm weit einfacher.[5])

Die heißen kieselerdehaltigen Quellen, welche 5 Meilen süd-

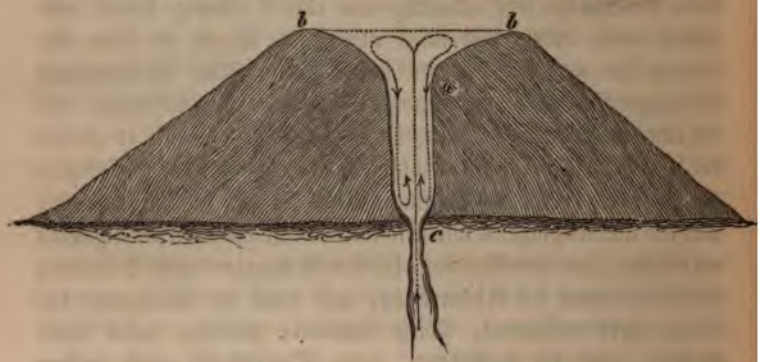
westlich vom Hekla am Rande eines Hochplateaus vielfach aus vulkanischem Tuff- und Trappgesteine zu Tage treten, bauen durch Ablagerung der Kieselerde als Kiesel-, Tuff- und Sinter rings um ihre Oeffnungen kleine Kegel auf, welche in der Form ganz den in Ungarn, Algier und in den Baros von Caramarca in Peru durch kalkhaltige Quellen aufgebauten gleichen. Form und Entstehungsweise derselben ist sehr ähnlich den vulkanischen Aufschüttungskegeln mit Kratern, nur daß hier statt Asche und Lava Kieselsinter sehr allmälig um eine Oeffnung herum aufgebaut wird, indem das rings abfließende Wasser bei seiner Erkaltung die gelöste Kieselerde fallen läßt. Dies ist überhaupt die allgemeine und nothwendige Form für Anhäufungen, die um eine permanente Oeffnung herum sich bilden, sie ist es ebenso bei den Schlammvulkanen wie bei den ächten Auswurfskegeln der Vulkane. Da die Erkaltung zunächst der Ausflußstelle am stärksten niederschlagend wirkt, so werden hier die Kieselerdeschichten am dicksten, über dem Ausflusse selbst wird dagegen durch Strömung und Temperatur der Niederschlag, und somit die Verengung der Röhre, stets verhindert. Diese Umstände bewirken daher einen Aufbau, wie der beistehende ideale Querschnitt eines solchen

Kegels zeigt, in welcher Zeichnung jedoch die einzelnen Sinterschichten der Deutlichkeit wegen viel zu dick und viel zu regelmäßig angedeutet sind. Die Höhe dieser Kegel hängt natürlich von ihrer Bildungsdauer, der ausströmenden Wassermenge, seinem Kieselerdegehalte und der Art der Abkühlung ab; je höher sie aber bei einer gewissen Weite der Röhre sind, und je höher dem gemäß der regelmäßige Quellschacht a ist, desto günstiger sind, wie wir sehen werden, die Bedingungen für die Periodicität und Energie der Wasser- und Dampferuptionen.

Ist eine solche Röhre verhältnißmäßig eng und wird sie von einer nicht zu langsam hervordringenden erhitzten Wasser-

säule erfüllt, so entsteht nur eine continuirliche Springquelle, wie es deren viele auf Island giebt. Das Wasser, welches durch Aufsteigen aus einem größeren Drucke in einen geringeren kommt, wird beständig zum Theil in Dampf verwandelt, und dieser Dampf treibt das noch übrige Wasser in Schaum verwandelt aus der Oeffnung hervor.

Aber dieser Vorgang wird ein periodischer, sobald die Geyserröhre eine gewisse Weite erreicht, wie z. B. beim großen Geyser.



Bei diesem ist die Röhre im Verticalschnitt ungefähr so gestaltet, wie der vorstehende Holzschnitt es andeutet. Nach jeder Eruption steht der Wasserspiegel 3—6 Fuß tief in der Röhre (etwa bei a) und steigt von da an langsam, bis das Wasser über den Rand (b b) abfließt. Es fließt aber nicht alles Wasser ab, sondern ein Theil senkt sich am Rande des Beckens in die Tiefe und sinkt an den Wänden der Röhre hinab, wie es die punktirten Linien zu versinnlichen suchen, bis es, wieder erhitzt, mit dem mittleren Quellstrome aufsteigt. Die Beobachtungen Bunsen's und Des Cloizeaux haben nun gezeigt, daß die Temperatur in dieser Wassersäule von unten nach oben abnimmt, d. h. sie ist zu jeder Zeit in der Tiefe höher als gegen oben; ferner daß sie von einer Eruption bis zur anderen in jedem Punkte beständig steigt, in der Art, daß z. B. in einer Tiefe von 20 Fuß die Temperatur unmittelbar nach der Eruption vielleicht 60°, eine Stunde später 61° u. s. f. ist; endlich daß in der ganzen Zwischenzeit zwischen zwei Eruptionen für jeden Punkt die Temperatur des Wassers niedriger ist, als der durch den Druck bestimmte Siedegrad die-

ses Punktes, wobei ich Ihnen in Erinnerung bringen muß, daß der Siedegrad des Wassers ein um so höherer ist, unter je höherem Drucke es sich befindet. In der mittleren Höhe des Geyserrohres kommt die Temperatur der des Siedepunktes stets am nächsten. Sobald aber nun in dieser Region durch beständiges Steigen der Temperatur, bewirkt durch Aufsteigen des Wassers, der der Druckhöhe entsprechende Siedepunkt erreicht ist, alsbald wird eine Wasserschicht in Dampf verwandelt, dadurch wird sogleich der Druck auf die nächst untere Schicht vermindert, auch diese verwandelt sich in Dampf, und so ein mehr oder weniger großer Theil der unteren Wassersäule. Dieser Dampf schleudert die darüber befindliche Wassersäule mit großer Energie aus der Röhre in die Luft. Dort etwas abgekühlt, fällt aber das Wasser in die Oeffnung zurück und bringt hier durch Abkühlung eine kleine Unterbrechung der Dampfbildung hervor, die aber schnell durch neu aufsteigendes Wasser von sehr hoher Temperatur überwunden wird. Das Ausschleudern und Zurückfallen der Wassersäule dauert nun so lange fort, bis die Abkühlung derselben dadurch einen Grad erreicht hat, der durch das nachdringende Wasser nicht mehr überwunden werden kann. Bei diesen Wassereruptionen fällt natürlich viel Wasser neben den Kessel zurück, und daher kommt es, daß der Stand des Wasserspiegels nach der Explosionszeit 3—6 Fuß niedriger ist als vorher. Von da ab beginnt ganz derselbe Proceß wieder von Neuem. Die Dauer dieser Periode ist begreiflicher Weise von der Quantität und Temperatur des ausströmenden Wassers, so wie von der Höhe und Weite des Rohres abhängig. Darum ist sie nicht nur bei den einzelnen Geysern Islands, sondern auch bei einem und demselben in verschiedenen Zeiten sehr verschieden. Beim berühmten großen Geyser z. B. war sie im vorigen Jahrhundert eine ganz andere als jetzt.

Zwischen den Haupteruptionen der Geyser erfolgen oft kleinere ruhigere Wasserausschleuderungen. Diese sind bedingt durch das Aufsteigen großer Dampfblasen, die sich oft wieder condensiren, ehe sie die Oberfläche erreichen, aber die Wassermassen schnell vor sich hertreiben und gerade dadurch, wenn die Temperatur zur Haupteruption schon vorbereitet ist, die Plötzlichkeit derselben bedingen, indem sie eine große Menge Wasser sehr schnell

unter einen geringeren Druck bringen, als der, welcher seinem Siedepunkte entspricht.

Sie sehen, das Wunderbare dieser Wassereruptionen hat auch hier der gründlichen Forschung nicht widerstanden, sondern sich in ein naturgesetzliches, nothwendiges Wirken aufgelöst.

Zweiundzwanzigster Brief.

Der innere Bau der Erde.

„Die Vulcanicität, d. h. die Reaction des Inneren eines Planeten auf seine äußere Rinde und Oberfläche ist lange Zeit nur als ein isolirtes Phänomen in der zerstörenden Wirkung ihrer finsteren unterirdischen Gewalten betrachtet worden; erst in der neuesten Zeit hat man angefangen, zum größten Vortheil einer auf physikalische Analogien gegründeten Geognosie, die vulkanischen Kräfte als neue Gebirgsarten bildend oder als ältere Gebirgsarten umwandelnd zu betrachten. Hier ist der schon früher angedeutete Punkt, wo eine tiefer ergründete Lehre von der Thätigkeit brennender Dämpfe ausströmender Vulkane uns in dem allgemeinen Naturgemälde auf Doppelwegen, einmal zu dem mineralogischen Theile der Geognosie (Lehre vom Gewebe und von der Folge der Erdschichten), dann zu der Gestaltung der über den Meeresspiegel gehobenen Continente und Inselgruppen (Lehre von der geographischen Form und den Umrissen der Erdtheile) leitet."

v. Humboldt S. 257.

Im dreizehnten Briefe habe ich die geringe Tiefe besprochen, bis zu welcher die Erde unserer Beobachtung zugänglich ist, uns, die wir angewiesen sind, ihre Oberfläche zu bewohnen. Ein unwiderstehlicher Wissensdrang hat dennoch den Menschen, so lange er auf der Erde sieht und denkt, angespornt, auch ihr Inneres kennen zu lernen. Zu der Wißbegierde hat sich der praktische Nutzen gesellt, den manche Stoffe des Erdinnern darbieten, und so ist es gekommen, daß man durch Beobachtung und Schlüsse den Bau der festen Erdkruste bis zu einer gewissen Tiefe kennen gelernt und darauf gar mancherlei Hypothesen über die Art seiner Entstehung gegründet hat. Die Lehre von der Zusammensetzung und dem Bau des Erdinnern „vom Gewebe und von der Folge der Erdschichten" pflegen wir Deutsche Geo-

gnosie zu nennen, die Lehre von dessen Entstehung Geologie, beide Lehren können nicht füglich von einander getrennt werden, die eine dient der anderen zur Grundlage, und ohne alle Theorie ist die bloße Kenntniß der Thatsachen ein des menschlichen Geistes unwürdiges Gedächtnißwerk.

Was bei der Untersuchung der Zusammensetzung der festen Erdkruste bald genug auffallen muß, ist die Unabhängigkeit derselben von allen geographischen und klimatischen Zonen, die einen so großen Einfluß auf die organische Bevölkerung der Erdoberfläche ausüben. Der Bau der festen Erdkruste ist im Allgemeinen überall ein ähnlicher. Gewisse Gesteine, wie Granit, Grünstein, Porphyr, Basalt, Thonschiefer, Kalkstein, Sandstein, wiederholen sich in allen Welttheilen auf dieselbe Weise und unter ähnlichen Verhältnissen gegenseitigen Verbandes, der Lagerung. Es ist das, wie gesagt, ein bemerkenswerther Gegensatz der unorganischen und der organischen Natur unseres Planeten, daß die erstere unabhängig von allen klimatischen Einflüssen (Zonen) sich mehr als Ursache wie als Folge derselben weist, während letztere durchaus als ein Product derselben betrachtet werden muß. Indessen dürfen wir bei dieser Betrachtung nicht vergessen, daß ein historischer Wechsel des Klimas der ganzen Erde, eine allmälige Abkühlung derselben nicht nur durch die Aufeinanderfolge fossiler Organismen angedeutet wird, sondern auch in den Gesteinsbildungen ungleichen Alters erkannt werden kann. Diese allmälige Abkühlung, deren deutliche Spuren vorliegen, führt uns zurück zu einem Zeitpunkt, in welchem es auch an der Oberfläche kaum Temperaturunterschiede gab.

Um Ihnen v. Humboldt's gedrängte Sätze über den inneren Bau der Erdfeste etwas deutlicher zu machen, will ich versuchen, mit wenig Worten ein Bild von der Zusammensetzung derselben zu entwerfen, und daran einige Bemerkungen über die wahrscheinliche Entstehung dieses Zustandes anknüpfen.

Die feste Erdkruste besteht nicht aus einerlei Material, sondern aus mancherlei Verbindungen von Mineralien, die man Gesteine oder Felsarten zu nennen pflegt.

Einige dieser Gesteine sind constante Verbindungen von 2 oder 3 Mineralien, so ist z. B. der Granit eine Verbindung von Quarz, Glimmer und Feldspath. Andere bestehen nur aus einem

Mineral, wie Kalkstein. Diese Verbindungen von verschiedenen Mineralien, oder Theilchen desselben Minerals, sind theils körnig, so daß man ihre Zusammensetzung aus Theilchen deutlich erkennen kann, theils dicht oder glasartig, in welchem Falle man die zusammensetzenden Theilchen nicht mit dem Auge zu unterscheiden vermag, wie im Basalt. Die Verbindungsweise der Theilchen ist theils eine krystallinische innige Verwachsung oder Mengung, wie beim Granit und Basalt, theils eine mechanische Zusammenkittung, wie bei den Conglomeraten und Sandsteinen. Manchmal liegen sie auch nur lose beisammen.

Wenn wir nun so viel wie möglich alle Verhältnisse dieser Gesteine zugleich berücksichtigen, d. h. ihre Zusammensetzung, Lagerung, besondere Verbreitung, wahrscheinliche Entstehungsweise u. s. w., so lassen sich dieselben in 4 große Abtheilungen oder Gruppen bringen, welche in den meisten Fällen selbst ein Anfänger leicht zu unterscheiden vermag. Wie alle systematischen Abgrenzungen in der Natur, sind natürlich auch diese schwankend und unsicher, sobald es sich darum handelt, alle einzelnen Erscheinungen in sie aufzunehmen, aber deutlich und sprechend, sobald man dem Anfänger gegenüber bei den vorherrschenden und deutlichsten Erscheinungen stehen bleibt, und sie auf diese anwendet. Geht es doch im Reiche des Organischen nicht besser, obwohl man es da mit scharf abgegrenzten Arten zu thun hat, was bei den Gesteinen nicht der Fall ist, die nur mehr oder weniger constante Anhäufungen von Mineralarten sind. Jeder kommt leicht dahin, den Löwen, den Adler, den Frosch, die Fliege als Thier; die Eiche, die Palme, das Farrnkraut als Pflanze zu erkennen, während es Organismen giebt, über deren Zurechnung zum Thier- oder Pflanzenreich die besten Zoologen und Botaniker noch nicht einig sind. Aehnlich verhält es sich auch mit jenen vier Gruppen von Gesteinen, mit den Schicht-, Schiefer-, Massen- und Ganggesteinen, welche die feste Erdkruste in mannichfacher Durchdringung zusammensetzen. Jeder kann sich leicht ein Bild von dem Charakter der Gruppen erwerben, es wird leicht sein, diesen Charakter an den auffallenden Beispielen zu erkennen, aber es ist schwer, ihn in allen einzelnen Fällen aufzufinden.

1) Schichtsteine nennen wir eine Gruppe von Gesteinen,

die sich nach allen Umständen als mechanische oder chemische Ablagerungen aus Wasser zu erkennen geben, wie dergleichen ganz ähnlich noch jetzt vom Meere, von den Flüssen, besonders an ihren Mündungen (den Delta's), in Landseen und Sümpfen, sowie an Quellen zuweilen durch Vermittelung oder unter Mitwirkung des organischen Lebens abgesetzt werden. Man erkennt sie als solche an ihrer Schichtung und schichtweisen Uebereinanderlagerung, die ursprünglich größtentheils ziemlich horizontal war, und aus ihrer Zusammensetzung. Sie bestehen entweder aus unter gewissen Umständen in Wasser auflöslichen Mineralien, wie Kalkspath, Rautenspath, Gyps, Steinsalz, Eisenoxyd, oder aus mechanisch vom Wasser zusammengeführten und abgelagerten Theilchen (von der Zerstörung anderer Gesteine herrührend), wie Thon, Mergel, Sand, Geschiebe, oder endlich aus Ueberresten organischer Körper, die unter Vermittelung des Wassers gebildet oder abgelagert wurden, wie Torf, Braun- und Steinkohle, Infusorienschalengesteine, Korallenbänke. Auch die nicht der Hauptsache nach aus organischen Resten bestehenden Schichtgesteine enthalten sehr häufig vereinzelte Spuren oder Theile organischer Körper als sogenannte Versteinerungen.

Diese Gruppe von Gesteinen bildet, wo die Erdoberfläche daraus besteht, vorzugsweise Ebenen und flachhügelige Gegenden, findet sich jedoch auch in den höchsten Gebirgen der Erde; wo sie in Gebirgen auftritt, da zeigt sie fast immer gewisse Veränderungen, sowohl mechanische als chemische, als Spuren gewaltsamer Einwirkung benachbarter Gesteine der dritten Klasse. Die horizontalen Schichten sind aufgerichtet, mannichfach gebogen, zerbrochen und zertrümmert, die Gesteine sind gehärtet, anders gefärbt, ja sogar etwas krystallinisch geworden, wodurch sie dann oft in die der zweiten Klasse übergehen.

Die Schichtgesteine oder Flötzformationen (neptunischen Ablagerungen, Sedimentärgesteine) zeigen für jede Gegend eine regelmäßige Reihenfolge der Uebereinanderlagerungen; d. h. wenn man irgendwo eine gewisse Reihenfolge der ungleichen Gesteinsschichten beobachtet hat, so zeigt sich dieselbe Reihenfolge oft über einen sehr großen Landstrich, ja manchmal über Hunderte von Quadratmeilen hinweg sehr gleichmäßig, so daß man aus einer wieder erkannten Schicht auf die unter oder über ihr folgende

schließen kann, was in technischer Beziehung oft sehr wichtig ist. Die Reihenfolge der Schichtgesteine ist nach und nach dadurch immer mehr und mehr vervollständigt worden, daß man die localen Reihen durch ihre übereinstimmenden Glieder gegenseitig ergänzte und zu einer Gesammtreihe verband.

Zu Werner's Zeit glaubte man, diese Schichtablagerungen hätten bei ihrer Bildung gleichsam concentrische Schalen um den ganzen Erdkörper gebildet, die nur später theilweise wieder zerstört worden wären. Die Erde sei überhaupt von ihrem inneren Kern aus wesentlich nur durch solche Uebereinanderlagerungen aus Wasser entstanden.

Diese Idee hat sich, abgesehen von dem Umstande, daß ein großer Theil der Gesteine seiner Natur nach gar nicht durch Wasser abgelagert worden sein könnte, auch für die Schichtgesteine als unrichtig erwiesen, vielmehr scheint es, daß zwar die Wasserbedeckung in den älteren Erdperioden eine allgemeinere gewesen sei als jetzt, daß aber dennoch Ablagerungen auf dem Meeresboden zu keiner Zeit gleichzeitig überall erfolgten, sondern immer nur in gewissen kleineren oder größeren Meeresbecken auf einmal, ähnlich wie das auch jetzt noch der Fall ist. Noch weniger waren die gleichzeitigen Ablagerungen überall ganz gleicher Art.

Die geographische Vertheilung von Meer und Land hat aber durch Wirkung der vulkanischen Thätigkeit, durch wechselnde Hebungen und Senkungen ganzer Landstriche, im Laufe der Zeiten vielfach gewechselt, und so ist es gekommen, daß Ablagerungen aus dem Meere bald hier, bald da erfolgten, bald so, bald anders begrenzt und zusammengesetzt. Diese frühere periodische Vertheilung von Wasser und Land läßt sich zum Theil noch jetzt erkennen, aus der Vertheilung der einzelnen sogenannten Flötzformationen; doch ist diese Erkennung oft sehr schwierig, weil die ursprünglichen Grenzen der Ablagerungen einzelner Perioden häufig bedeckt oder auch wieder zerstört sind.

Zur leichteren Uebersicht und gegenseitigen Verständigung gab man den einzelnen Schichtengruppen, welche ihrer Natur nach zusammen gehören und unter ziemlich gleichbleibenden ähnlichen Umständen gebildet zu sein scheinen, bestimmte Benennungen, welche z. B. von den darin vorherrschenden Gesteinen, von

der Localität, wo sie zuerst charakteristisch beobachtet wurden, von ihrem relativen Alter, von besonders häufigen Versteinerungen, von gewissen damit verbundenen äußeren Erscheinungen oder theoretischen Ansichten entlehnt wurden, ohne daß man deshalb dieselben Umstände überall genau so wieder erwarten müßte. Man faßte unter eine Benennung theils größere, theils kleinere Abtheilungen zusammen, schied Haupt- und Unterabtheilungen, allgemeinere und localere Bildungen von einander ab. So entstanden und befestigten sich nach und nach die Begriffe von Formationsglied, Formation und Gruppe, die indessen leider nicht von allen Geologen in ganz gleicher Bedeutung angewendet werden. So werden Sie zuweilen dafür die anderen nicht ganz scharf umgrenzten Ausdrücke: Unterabtheilung, Abtheilung, Etage, System, Terrain, Gebirge und dergl. angewendet finden. Ich werde beibehalten: Formationsglied für in jeder Beziehung zusammengehörige Schichten, Formation für ihren organischen Resten nach zusammengehörige Formationsglieder, und Gruppe für ihrer geographischen Verbreitung und in gewissem Grade auch ihrer fossilen Bevölkerung nach zusammengehörige Formationen.

Ursprünglich erkannte man die regelmäßige, in ziemlich großen Gebieten überall gleichartig sich wiederholende Reihenfolge der Schichten dieser Ablagerungen nur aus der Uebereinstimmung der Gesteine. Seit dem Anfange dieses Jahrhunderts ist aber dazu ein neues, weit wichtigeres Kriterium hinzugekommen, das sind die organischen Reste, die Versteinerungen. Sie zeigen in den verschiedenen aufeinander folgenden Formationen ungleiche Formen, in den einzelnen Formationen aber nach ihrer geographischen Verbreitung eine sehr große Gleichmäßigkeit, eine weit größere, als die Gesteine, wenn auch nicht eine vollkommene, für die ganze Erdoberfläche gültige. Man kann deshalb aus der Art der Versteinerungen oft mit großer Sicherheit die gleichzeitige Entstehung, das größere oder geringere Alter von Ablagerungen erkennen, welche sich in großen Entfernungen von einander vorfinden, auch wenn sie von sehr verschiedener mineralogischer Zusammensetzung sind. Ja der allgemeine Charakter dieser fossilen Organismen der älteren Perioden ist sogar über die ganze Erde hinweg ein ziemlich übereinstimmender, wahrscheinlich weil die klimatischen Un-

terschiede geringer gewesen zu sein scheinen, und es lassen sich darum die Ablagerungen gewisser größerer Zeitabtheilungen (die Gruppen) in den meisten bis jetzt näher bekannten Welttheilen nachweisen und als im Allgemeinen gleichzeitige Bildungen erkennen. Man darf bei solchen Parallelisirungen durch organische Reste nur nie außer Acht lassen, daß die Ablagerungen, welche Ueberreste von Land- oder Süßwassergeschöpfen enthalten, sich nothwendig von den gleichzeitigen rein marinen Ablagerungen durch ihre Versteinerungen unterscheiden müssen. Hiernach trennt man z. B. gleichzeitige Meeres- und Süßwasserbildungen. Aber auch unter den Bewohnern desselben Meeres bestehen gewisse Unterschiede, indem etwas andere Arten tief im Innern der großen Oceane, an ihren sandigen, schlammigen oder felsigen Ufern, in den Strömungen und in den ruhigen Gewässern zu leben pflegen, wonach man in den marinen Flötzformationen sogenannte Facies unterscheidet: pelagische Facies, Facies der sandigen, schlammigen oder felsigen Ufer, der Strömungen oder der ruhigen Gewässer. Diese sind aber in der Regel nicht nur durch ihre organischen Reste, sondern auch durch die mineralogische Natur der Sedimente verschieden, obwohl sie gleichzeitige Ablagerungen desselben großen Wasserbeckens sind.

Sind dagegen in zwei von einander theilweise oder vollständig getrennten Wasserbecken gleichzeitig sehr ungleiche Ablagerungen entstanden, deren gleiches Alter man aus der Lagerung erkennt, obwohl sie ungleiche Gesteine und ungleiche Versteinerungen enthalten, die eine vielleicht Land- oder Süßwasserorganismen, die andere Meeresorganismen, so nennt man diese Parallelformationen oder Aequivalente.

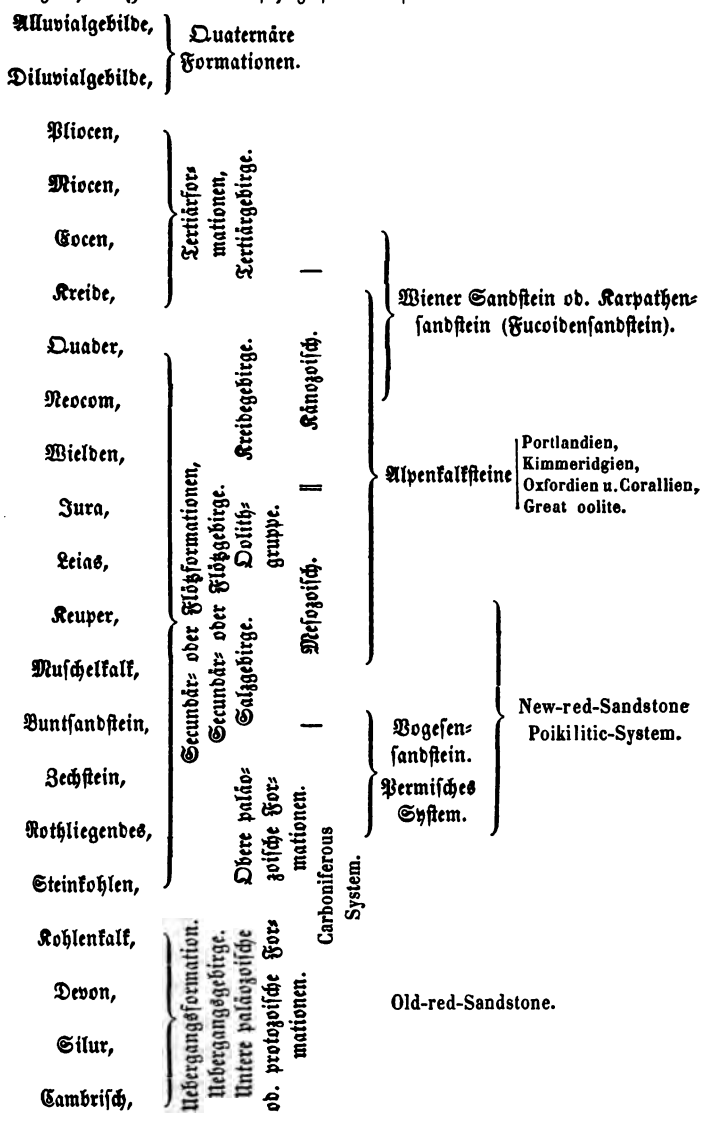
Gestatten Sie mir nun nach diesen Vorbemerkungen Ihnen zunächst eine Uebersicht von der Altersreihe der bis jetzt in den verschiedenen Erdgegenden beobachteten Ablagerungen zu geben. Diese Reihe ist an keinem einzigen Orte eine vollständig vorhandene; sie wurde ergänzt und vervollständigt durch ideale Verbindung möglichst vieler einzelner Beobachtungen reihenweiser Uebereinanderlagerung in den verschiedensten Erdgegenden. Von oben nach unten ist die Benennung der Glieder dieser Reihe die folgende.

Gruppen.	Formationen.	Beispielsweise locale Gliederung (Formationsglieder).
Neueste Bildungen.	Alluvialformationen	Ablagerungen der Flüsse und des Meeres, Korallenriffe, Torf, Kalktuff, Raseneisenstein u. s. w.
	Diluvialformationen	Erratische Felsblöcke, Löß, Diluvialsand u. Gerölle. Süßwasserkalkstein.
Molasse- oder Tertiär-Gruppe.	Pliocenformation	Meeres-Sand und Sandstein. Süßwasserkalkstein.
	Miocenformation	Grobkalkformation, plastischer Thon, Braunkohlenformation, Septarienthon, Tegel. Molassesandstein, Nagelfluhe.
	Eocenformation	Nummulitenkalk, Nummulitensandstein. Fucoidenschiefer, Flysch z. Th.
Kreide-Gruppe.	Kreideformation	Weiße Kreide mit Feuersteinen, weiße Kreide ohne Feuersteine, Kreidemergel, Kreidetuff. Hippuritenkalkstein.
	Quaderformation	Quadersandstein, Greensand z. Th., Pläner.
	Neocom- (oder Hils-) Formation	Greensand z. Th., Hilssandstein, Hilsthon, Gault.
	Wieldenformation	Wälderthon, Thon, Schieferthon u. Sandstein mit Kohlenlagern.
Jura-Gruppe.	Juraformation	Weißer Jura. — Jurakalk u. Dolomit. Brauner Jura. — Thon, Sandstein u. Eisenstein.
	Leiasformation (schwarzer Jura)	Leiasschiefer, Leiaskalkstein, Leiassandstein.
Trias-Gruppe.	Keuperformation	Bunter Mergel, Gyps u. Sandstein. Kalkstein und Dolomit. Sandstein und Schieferthon mit Lettenkohle.
	Muschelkalkformation	Oberer Muschelkalk, Kalkstein von Friedrichshall. Gyps, Anhydrit, Steinsalz u. Thon. Unterer Muschelkalk oder Wellenkalk.

Gruppen.	Formationen.	Beispielsweise locale Gliederung (Formationsglieder).
Trias-Gruppe.	Buntsandsteinformation.	Röth: rother u. grünlicher Schieferthon mit Gyps. Sandstein und örtlich Rogenstein. Braunrother Schieferthon, Vogesensandstein.
	Zechsteinformation.	Stinkstein, Dolomit (Rauhkalk), Gyps, Anhydrit und Steinsalz. Zechstein (Stinkstein), bituminöser Mergelschiefer und Kupferschiefer. Weißliegendes (Sandstein und Conglomerat).
Kohlen-Gruppe.	Formation des Rothliegenden.	Grobes Conglomerat, Sandstein und Schieferthon, meist braunroth. Thonstein (Porphyrtuff), Schieferthon, Dolomit- und Kohlenlager.
	Steinkohlenformation.	Meist grauer Sandstein und Schieferthon mit Kohlenlagern und zuweilen auch mit Thoneisensteinlagern.
	Kohlenkalksteinformation.	Kalkstein wechselnd mit Schieferthon, seltner auch mit Sandstein.
Grauwacken-Gruppe.	Devonformation (obere Grauwacke).	Grauwackenschiefer, Thonschiefer und Grauwackensandstein mit Einlagerungen von Kieselschiefer, Alaunschiefer Kalkstein, Dolomit u. s. w.
	Silurformation (mittlere oder untere Grauwacke).	Grauwackenschiefer, Thonschiefer und Grauwackensandstein mit Einlagerungen von Kieselschiefer, Alaunschiefer, Kalkstein, Dolomit u. s. w.
	Cambrische Formation (untere Grauwacke, etwas zweifelhaft ob selbstständig).	Dieselben Gesteine, der Thonschiefer jedoch vorherrschend und fast gar keine Versteinerungen darin.

In diese Reihe sind nun aber die Mehrzahl der synonymen Benennungen und der Parallelformationen oder Aequivalente nicht mit aufgenommen, sie kann überhaupt nur eine ganz allgemeine Uebersicht der Lagerungsfolge gewähren. Damit Ihnen einige der besonders häufig angewendeten synonymen Ausdrücke und der besonders wichtigen Parallelbildungen ungefähr verständlich werden, im Falle Sie in anderen Schriften darauf stoßen soll-

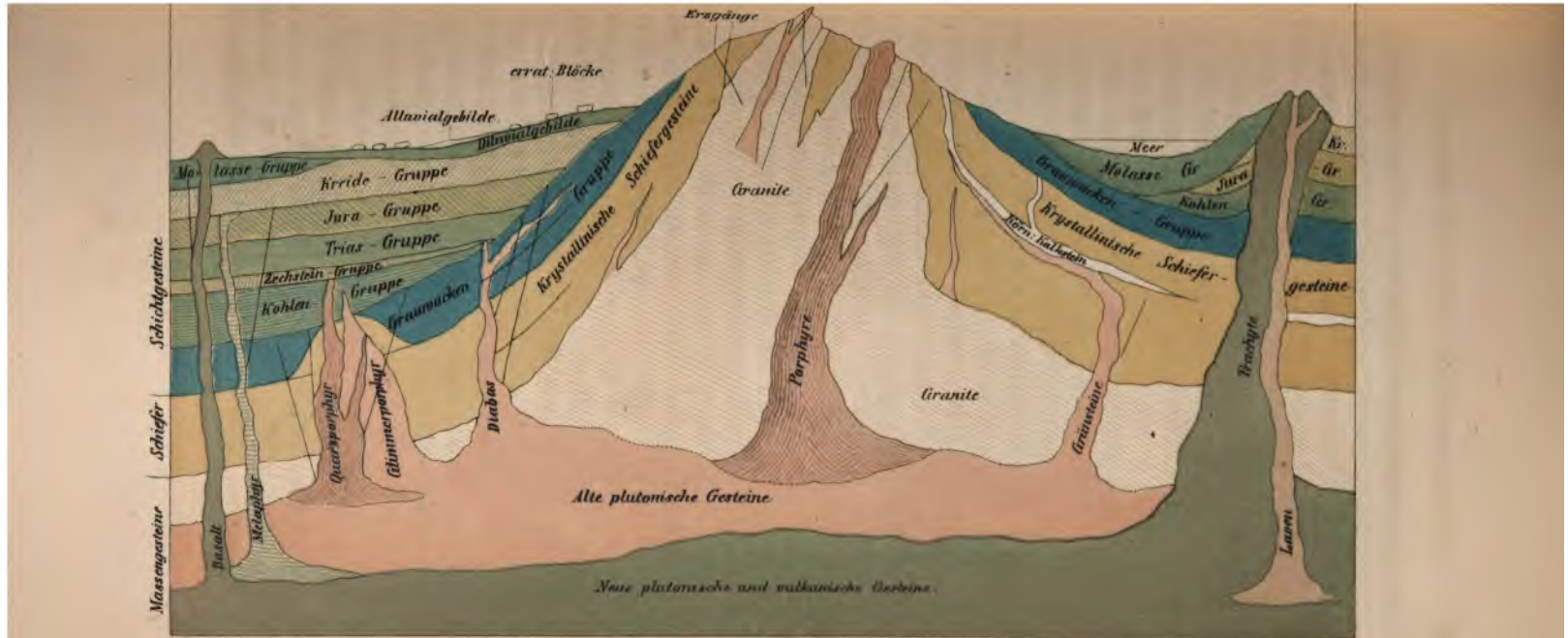
ten, will ich hier einige derselben mit den von mir gewählten Bezeichnungen tabellarisch zusammenstellen.



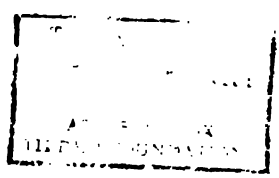
2) Die kryſtalliniſchen Schiefergeſteine: Gneiß, Glimmerſchiefer, Talkſchiefer, Chloritſchiefer und dergleichen, ſind aus Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk, Feldſpath, Hornblende und ähnlichen Mineralien zuſammengeſetzt, aus Mineralien alſo, welche in Waſſer faſt unauflöslich ſind, und von denen man in keinem Falle annehmen kann, daß ſie in ſo kryſtalliniſchem Verbande, wie ſie ſich in dieſen Geſteinen finden, aus einer Löſung in Waſſer niedergeſchlagen ſeien. Dieſe Schiefer zeigen zwar oft eine ſchichtförmige Anordnung und Abſonderung, aber ſie enthalten in der Regel keine organiſchen Reſte und keine Conglomeratbildungen, welche beide in den mechaniſchen Ablagerungen aus Waſſer ſo häufig vorkommen. Sie treten am häufigſten in Gebirgen, in der Nachbarſchaft von Maſſengeſteinen in großer Verbreitung ohne beſtimmte Form derſelben auf, und wo ſie mit Schichtgeſteinen in Berührung kommen, ſind ſie meiſt von allen denſelben überlagert, dienen ihnen als Unterlage, ſowie den Maſſengeſteinen als Form oder Hülle.

Gewöhnlich bildet eins dieſer kryſtalliniſchen Schiefergeſteine eine große Hauptmaſſe (ein Gebiet), in welche andere untergeordnet eingelagert ſind, ohne indeſſen dabei immer einer beſtimmten Anordnung zu folgen. So findet man häufig große Gebiete vorherrſchend aus halbkryſtalliniſchem Thonſchiefer, aus Glimmerſchiefer oder aus Gneiß beſtehend, darin aber nicht nur zahlreiche Modificationen des Hauptgeſteines, ſondern auch mancherlei untergeordnete Einlagerungen von weſentlich anderer Zuſammenſetzung, z. B. von Chloritſchiefer, Talkſchiefer, Hornblendeſchiefer, Kieſelſchiefer, Quarzſchiefer, Felſitſchiefer, körnigem Kalkſtein, Dolomit u. ſ. w. Am häufigſten folgen die Hauptgeſteine allerdings der Art aufeinander, daß die oberſten am wenigſten, die unterſten am meiſten kryſtalliniſch ſind, z. B. zuoberſt Thonſchiefer, nach unten übergehend in Glimmerſchiefer und dieſer wieder nach unten übergehend in Gneiß. Das iſt aber keineswegs immer der Fall und kann deshalb ohne vorgängige Beobachtung nicht ohne Weiteres vorausgeſetzt werden.

Ueber die Entſtehungsweiſe dieſer Schiefergeſteine ſind die Geologen noch nicht einig; Einige halten ſie für die Ueberreſte einer erſten Erſtarrungskruſte des Erdkörpers, Andere, und zwar die Mehrzahl, für umgewandelte und dabei kryſtalliniſch ge-



Idealer Querschnitt eines Theiles der festen Erdkruste.



wordene Schichtgesteine. Für einige wenige derselben ist dagegen als sehr wahrscheinlich nachgewiesen worden, daß sie wie die Gesteine der folgenden Gruppe in einem durch Wärme weichen Zustande aus dem Erdinnern emporgepreßt wurden.

Sie müssen mir aber erlauben, Ihnen über diesen Gegenstand, sowie über die Bildungsweise der Gesteine überhaupt, noch einen besonderen Brief zu schreiben, um hier die Uebersicht des Baues der festen Erdkruste durch solche Betrachtungen nicht zu sehr zu unterbrechen.

Diese Uebersicht dürfte für Sie nun wesentlich erleichtert werden, wenn Sie schon jetzt die beigefügte Tafel IV aufmerksam betrachten wollten. Dieselbe stellt einen ganz idealen Querschnitt eines Theiles der festen Erdkruste dar, um dadurch die Art und Weise des gegenseitigen Verbandes (der Lagerung) der einzelnen Gesteinsgruppen etwas deutlicher zu machen, als es durch bloße Beschreibung möglich sein würde. Es ist jedoch diese Skizze nicht nur ideal, sondern auch schematisch, d. h. es sind die Resultate vieler einzelner, über große Flächenräume ausgedehnter Beobachtungen auf einen kleinen Raum zusammengedrängt, und die ungemeine Mannichfaltigkeit der wirklichen Erscheinungen ist auf die einfachste ideale Grundform reducirt. Es würde demnach in Wirklichkeit kein einzelner Querschnitt der Erdkruste diesem Bilde sehr ähneln, sondern nur, wenn man viele mit einander vergleichen könnte, würde das mittlere Resultat ein unserem Bilde ähnliches sein, und auch das ist nur Vermuthung. Ja der unterste Theil desselben stellt sogar blos eine Hypothese über den inneren Bau der Erde bildlich dar.

3) Die dritte Klasse von Gesteinen, die der krystallinischen Massengesteine, besteht aus krystallinischen körnigen oder dichten Gemengen von Mineralien, in denen allen die Kieselerde eine wichtige Rolle spielt, weshalb man sie auch wohl Silicate nennt, und die wie die krystallinischen Schiefergesteine in Wasser nur äußerst schwierig oder gar nicht auflöslich sind.

Die sie zusammensetzenden Mineralien sind namentlich: Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Nephelin, Granat, Leuzit u. ähnliche. Die durch ihre Verbindung gebildeten Gesteine nennt man z. B. Granit, Syenit, Porphyr, Grünstein, Trachyt, Phonolith, Basalt, Lava u. s. w. Es ist gewiß höchst merkwürdig,

daß diese krystallinischen Verbindungen von 2, 3 oder auch 4 Mineralien sich in allen bekannten Theilen der Erde ganz auf dieselbe Weise zusammengesetzt wiederholen. Am Brocken wie im Himelaja, in den Alpen wie in den blauen Bergen Neuhollands, im Erzgebirge wie im Ural, im Odenwalde wie in den Bergen von Rio Janeiro, im Riesengebirge wie in den Pyrenäen, im Altai wie in den vereinigten Staaten, im Böhmer Walde wie an den Küsten von Guinea, am Vorgebirge der guten Hoffnung wie in den Bergen Aegyptens, genug überall auf der Erde, wo der Mensch seinen forschenden Blick hingeworfen hat, besteht ein Gestein, welches man Granit nennt, aus Quarz, Glimmer und Feldspath, und diese 3 Mineralien sind trotz ihrer Unauflöslichkeit in Wasser, trotz ihrer sehr ungleichen Schmelzbarkeit offenbar gleichzeitig nebeneinander krystallisirt. Wer möchte da nicht an eine Gesetzmäßigkeit der Verbindung glauben, unabhängig von allen localen Ursachen? Und dasselbe gilt in ähnlicher Weise auch vom Syenit und Basalt, vom Porphyr und Trachyt, vom Grünstein und Phonolith. Sie finden sich überall von ähnlicher Zusammensetzung unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen, mit ähnlichen Oberflächenformen wieder.

Diese Gesteine treten vorzugsweise in gebirgigen oder bergigen Gegenden auf, sie liegen oft scheinbar unregelmäßig und in vielerlei Gestalten neben-, in- und übereinander, oder sie füllen als Gänge lange Spalten in ähnlichrn oder anderen Gesteinen aus. Wo sie mit den anderen Gesteinen in Berührung kommen, haben sie oft deutliche mechanische Zerstörungen oder chemische und physikalische Aenderungen des ursprünglichen Zustandes derselben hervorgebracht. Sie enthalten keine Ueberreste organischer Körper (Versteinerungen) und sind nicht geschichtet, sondern unregelmäßig massig, plattenförmig, säulenförmig, knollig oder kugelig abgesondert. Man nennt sie krystallinische Massengesteine, abnorme Gesteine, Eruptivgesteine, plutonische oder vulkanische Gesteine.

Aehnliche Gesteinmassen sehen wir gegenwärtig nur den Vulkanen als Lava im heißflüssigen Zustande entströmen, und in der That deuten alle Umstände an, daß sie sämmtlich (nur in sehr ungleichen Zeiträumen und unter mancherlei Modificationen) auf ähnliche Weise entstanden, im heißflüssigen Zustande

aus dem Erdinnern hervorgepreßt sind. Besonders spricht dafür die Unmöglichkeit, sich dieselben anders als durch Wärme aufgelöst zu denken, da zu ihrer Auflösung in Wasser unermeßliche Quantitäten desselben nöthig sein würden; ferner ihr vorzugsweises Auftreten in Gebirgen, die eben durch ihr Emporpressen aus der Tiefe veranlaßt sein dürften, ihr augenscheinlich gewaltsames Eingedrungensein, zwischen andere Gesteine und in Spalten derselben, wobei sie oft losgerissene Fragmente umhüllt haben, die Störungen, welche sie in dem ursprünglichen Zustande und der Lagerung ihrer Nachbarn bewirkten, der Mangel organischer Ueberreste in denselben und selbst die Art ihrer Zerklüftung, die ähnlich bei allen abkühlenden großen Massen erfolgt. Alle diese Umstände sprechen auf das Entschiedenste für ihre vulkanische, eruptive Entstehungsweise. Es sind diese Gesteine offenbar zu sehr verschiedenen Zeiten aus dem Erdinnern emporgepreßt worden, und es ist wohl danach auch ihre Zusammensetzung einigermaßen verschieden. Doch ist eine ganz bestimmte Altersreihe derselben noch nicht festgestellt. Man hat bis jetzt nur erkannt, daß die granitischen, meist quarzhaltigen Gesteine vorherrschend und im Allgemeinen nur ältere, die basaltischen, durch Augit charakterisirten Gesteine gewöhnlich auch jüngere Flötzformationen durchbrochen haben. Doch wissen wir noch nicht sicher, ob jene nicht vielleicht, wie von einigen Geologen behauptet wird, nur als die unteren Stiele dieser zu betrachten sind, so nämlich, daß zu allen Zeiten der vulkanische Proceß ähnliche Producte geliefert, aus den älteren Zeiten aber Alles, was zur Oberfläche empordrang, später wieder zerstört worden ist. Auch darf ich Ihnen hier nicht verschweigen, daß einige Geologen annehmen, die sogenannten älteren Eruptivgesteine seien durch Umwandlung von Schichtgesteinen im Innern der Erde entstanden und dabei im erweichten, aber nicht heißflüssigen Zustande emporgepreßt worden. Dieselben Geologen halten auch die krystallinischen Schiefer für auf solche Weise ohne eigentliche Erweichung an Ort und Stelle entstanden.

4) In allen den vorgenannten Gesteinsgruppen und vorzüglich in den Schiefergesteinen findet man oft mehr oder wenige enge Spalten mit verschiedenartigen Mineralien in ungleich-

mäßiger Anordnung ausgefüllt. Man nennt diese Spaltenausfüllungen vorzugsweise Gänge — Mineral- und Erzgänge, zum Unterschied von den Gesteinsgängen, welche Spaltenausfüllungen durch constante Mineralgemenge, wie Granit, Basalt oder dergl. sind. Die die Mineral- und Erzgänge zusammensetzenden Mineralien sind sehr verschiedener Natur; besonders häufig treten darin auf: Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwerspath, Flußspath, Eisenstein, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und allerlei andere Mineralien oder Erze.

Es ist keinem Zweifel mehr unterworfen, daß diese sehr verschiedenartigen Gänge auch auf verschiedene Art entstanden sind, einige durch Auskrystallisiren aus heißen, wäßrigen Lösungen, andere durch Sublimation aus Dämpfen, noch andere durch Injection heißflüssiger Massen, oder durch Auskrystallisiren aus erkaltenden Spaltenwänden, und bei einigen Mineral- oder Erzgängen dürften sogar mehrere dieser Ausfüllungsarten nach einander gewirkt haben. Auf alle diese Weisen sehen wir, daß noch jetzt solche Spalten erfüllt werden, und man wird immer für jeden besonderen Fall erwägen müssen, welche Erklärung den Umständen entspricht.

Da haben Sie nun also einen ganz allgemeinen Ueberblick des Baues und der mineralogischen Zusammensetzung der festen Erdkruste, in so weit sich derselbe aus den bisherigen Beobachtungen erschließen läßt. Wollte ich hier schon noch mehr in das Einzelne eingehen, so würde ich fürchten müssen, Sie zu ermüden oder zu verwirren. Was ich gesagt habe, dürfte genügen als Vorbereitung für die nun folgenden Erörterungen.

Dreiundzwanzigster Brief.

Die Bildung der festen Erdkruste.

„Die Geologen dringen mit ihren Hypothesen und Schlüssen in Räume und Zeiten ein, die weit über die Grenzen unserer Beobachtungssphäre hinaus liegen."

Lassen Sie uns jetzt auch einen Blick auf die wahrscheinliche Entstehung des eben beschriebenen factischen Zustandes der festen Erdkruste werfen, wobei ich freilich wieder nur die Hauptresultate geologischer Forschungen mittheilen kann, ohne hier auf eine specielle Begründung derselben einzugehen.

Aus der Form der Erde mußten wir schließen, daß sie sich einst gänzlich in einem erweichten, wahrscheinlich heißflüssigen Zustande befunden habe, und das wird um so wahrscheinlicher, da mehrere Beobachtungsreihen mit dieser Voraussetzung übereinstimmende Resultate liefern, namentlich die Temperaturzunahme gegen das Innere, die zu geringe Dichtigkeit, die massenhaftere Ausdehnung und besondere Natur der älteren lavaartigen Eruptivgesteine, sowie die Reihenfolge der organischen Ueberreste.

Wie jeder freischwebende, vorherrschend nur der Schwerkraft der eigenen Theile unterworfene flüssige Körper, so mußte auch die heißflüssige Erde sich zur Kugel (zum Tropfen) formen, und zwar in der Weise, daß, wenn überhaupt verschieden schwere (ungleich stark sich anziehende) Theile vorhanden waren, die schwereren sich nach dem Mittelpunkte senkten und immer leichtere sich concentrisch darum lagerten. Eine solche Anordnung nach der Schwere ist vielleicht die Ursache davon, daß die älteren Eruptivgesteine (z. B. die Granite) im Durchschnitt specifisch leichter sind als die jüngeren (z. B. die Basalte), welche letzteren vermuthlich aus größerer Tiefe empordrangen. Waren außer den tropfbar flüssigen auch elastisch flüssige Theile vorhanden, so werden diese die oberste Schicht eingenommen, die erste Atmosphäre gebildet haben, eine Atmosphäre, die offenbar aus ganz anderen und viel

mehr Stoffen bestehen mußte als unsere jetzige, weil bei so hoher Temperatur viele Stoffe noch nicht im tropfbar flüssigen oder festen, sondern nur im dampfförmigen Zustande verbleiben konnten, z. B. das Wasser oder seine Elemente, der Kohlenstoff als Kohlensäure u. s. w.

Durch den Umschwung um eine imaginäre Axe wurde nothwendig die Kugelform an den Polen abgeplattet und in die eines Rotationssphäroides verwandelt. Da aber gleichzeitig auch die übrigen Himmelskörper, namentlich Sonne und Mond, mit einer gewissen Anziehungskraft auf die Erde wirkten, durch welche sie noch gegenwärtig die Ebbe und Fluth des Meeres veranlassen, so wird dadurch die regelmäßige Rotationsgestalt der Erde gestört und abgeändert worden sein, wie denn auch wirklich die Gradmessungen und Pendelbeobachtungen verschiedener Gegenden gleicher Breiten, wie wir gesehen haben, etwas abweichende Resultate, also kleine Unregelmäßigkeiten, für die Gestalt der Erde ergeben.

Die Temperatur des Weltraumes scheint, nach der Temperatur unserer Erdpole zu schließen, sicher unter — 40° der hunderttheiligen Scala zu liegen, nach Liais Berechnungen sogar — 97° zu betragen[39]). Es ist kein Grund vorhanden, eine wesentliche Veränderung derselben anzunehmen, und so wird denn diese niedere Temperatur von jeher erkaltend auf den viel wärmeren Erdkörper gewirkt haben, bis endlich der ferneren Erkaltung dadurch Grenzen gesetzt wurden, daß die von der Erde in den Weltraum ausstrahlende Wärme nicht mehr betrug, als die durch die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche erzeugte. Dieser Zustand scheint bereits seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Erschaffung des Menschengeschlechtes, wenigstens annähernd eingetreten zu sein. Die von außen einwirkende Erkaltung verursachte, als sie einen gewissen Grad erreicht hatte, nothwendig die Erstarrung der äußersten, bis dahin heißflüssigen Oberfläche der Erde, und so entstand durch einen der Eisbildung des Wassers entsprechenden Proceß die erste Erstarrungskruste der Erde.

Die Resultate dieser ersten Erstarrung sind entweder theilweise die oben beschriebenen krystallinischen Schiefergesteine, oder es sind dieselben nach ihrer Ueberlagerung mit einer starken Decke von Flötzformationen, durch Wirkung der inneren Hitze

unter dieser Bedeckung, wieder umgeschmolzen und folglich als solche gar nicht mehr vorhanden.

Urgebirge, Urgesteine, Primitivgesteine waren früher sehr beliebte Bezeichnungen für die ältesten oder im Gegensatze zu den Secundärformationen ursprünglichen Gebilde. Diese Ausdrücke sind bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft kaum noch auf irgend ein Gestein in ihrer vollen Bedeutung mit Sicherheit anzuwenden, wenn man nicht eben die krystallinischen Schiefergesteine zum Theil als erste Erstarrungskruste betrachten will, was aber von den meisten Geologen nicht mehr geschieht.

Die durch Erstarrung gebildete erste feste Rinde konnte unmöglich sogleich ganz und unzerstört bleiben. Die Bewegungen der darunter befindlichen heißflüssigen Masse, welche, wie ich Ihnen im 19. Briefe gezeigt habe, durch vielerlei Ursachen fortwährend veranlaßt werden mußten, sprengten stets die sich bildende Kruste auf die mannichfaltigste Weise entzwei. Durch die größeren oder kleineren Oeffnungen und Spalten drangen flüssige Massen zur Oberfläche empor, welche in den Spalten selbst oder in darüber ergossenen Anhäufungen als krystallinische Massengesteine erstarrten. Auf diese Weise begann also die Bildung der Eruptivgesteine und dauerte fort bis jetzt, mit durch die zunehmende Verdickung der starren Kruste bedingten beständigen Modificationen. Die ersten Zerspaltungen der verhältnißmäßig noch sehr dünnen Kruste waren weit geöffnet, durch sie drangen große Massen mit geringer Energie, und diese erkalteten zwischen den heißen Spaltenwänden und unter einer dichten und warmen Atmosphäre sehr langsam, und vielleicht deshalb ganz krystallinisch ohne alle Verglasung. Das ist der Charakter der Granitgesteine. In etwas engeren Räumen, und im Allgemeinen wohl auch etwas später, erstarrten die Grünsteine und Porphyre, und zuletzt die Basalte und Trachyte, welche letztere zum Theil noch jetzt als Laven hervorgepreßt werden.

Bei der Erstarrung aller dieser Eruptivgebilde zeigen sich gewisse im Kleinen wie im Großen stets wiederkehrende Vorgänge, die mehr oder weniger dem allgemeinsten Verlaufe der Erderstarrung entsprechen und sich ganz im Kleinen fast bei

jedem Schmelzprocesse, bei dem sich eine Schlackenkruste bildet, beobachten lassen. Die leichteren, oberen, äußeren Theile der flüssigen Masse erstarren zuerst; in ihnen bilden sich durch Contraction oder Bewegung Spalten, und in diese dringen dann Theile der inneren noch flüssigen Masse ein, oder sie werden sogar daraus hervorgepreßt. Dieser Vorgang kann sich bei den so ausgepreßten Massen von Neuem wiederholen und auch zu der Bildung von Erstarrungsbreccien Veranlassung geben. Stets zeigen sich dabei die schneller erkalteten Theile derselben Mischung dichter (bis glasartig) als die langsamer erkalteten.

Die meisten Eruptivgesteine sind von gewissen accessorischen Bildungen und Erscheinungen begleitet, von dichten, glasigen, blasigen, mandelsteinartigen oder zersetzten Varietäten von Breccien, Conglomeraten, Tuffen, Gangbildungen, Störungen und Veränderungen des Nebengesteins. Die Wirkungen nach außen haben nothwendig Rückwirkungen nach innen zur Folge gehabt; die eversen Metamorphosen, die Umwandlungen des Vorhandenen, haben inverse Metamorphosen des Entstehenden bedingt, wie denn in der Natur jede Action nothwendig auch von einer Reaction begleitet ist. Dieser Umstand erklärt es vielleicht sogar, warum die Natur der Eruptivgesteine oft in einer constanten Beziehung zu der Natur der von ihnen durchsetzten Gesteine steht, so die gewisser Grünsteine zu der des Thon- und Grauwackenschiefers.

In der Altersreihe der Eruptivbildungen ist einigermaßen eine fortschreitende Entwickelung erkennbar. Sie ist von der Art, daß sie sich durch allmälige Abkühlung des Erdkörpers und dadurch bedingtes Dickerwerden seiner festen Kruste, durch Erstarrung nach innen und durch Ablagerung nach außen erklären läßt. Die ältesten Eruptivgesteine sind im Allgemeinen specifisch leichter, kieselerdereicher und dadurch strengflüssiger als die neueren, sie treten in größeren Massen auf, sind deshalb und wegen der damals allgemein höheren Temperatur krystallinischer und weniger von blasigen oder glasigen Varietäten begleitet. Die bei ihrer Eruption ungleich dünnere feste Kruste erlaubte leichter weite Spaltöffnungen, ohne bedeutende Gebirgserhebungen nöthig zu machen, und gestattete den etwa gebildeten Dämpfen auf unzähligen Spalten leichtere Auswege als jetzt, wo diese Dämpfe

deshalb weit mehr zu den concentrirten vulkanischen Eruptionserscheinungen beitragen.

Die quarzhaltigen Eruptivgesteine und namentlich die Granite, bei denen sich zuweilen nachweisen läßt, daß der leichtflüssige Feldspath um etwas früher fest geworden ist, als der strengflüssige Quarz, haben zu dem Einwand Veranlassung gegeben, sie könnten wegen der höchst ungleichen Schmelzbarkeit ihrer Bestandtheile (Quarz, Feldspath und Glimmer) nicht durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangen sein. Es ist das allerdings ein schwieriges Problem. Einige haben es dadurch zu lösen gesucht, daß sie annehmen, alle Bestandtheile seien im flüssigen Zustande ungesondert und deshalb gleich schmelzbar gewesen, dann aber bei einer bestimmten Temperatur alle ziemlich zugleich krystallisirt. Andere nehmen an, daß die Auflösung nicht blos durch Wärme, sondern zugleich durch Wasser vermittelt gewesen sei. Wenn aber auch noch keine hinreichend befriedigende Erklärung dieses Sachverhaltes gegeben werden kann, so bleibt doch immerhin die lavaartige Entstehung aller Eruptivgesteine und selbst der Granite im höchsten Grade wahrscheinlich.

Doch kehren wir zurück zur Krustenbildung.

Nach vielfachem Zertrümmern und Aneinanderkitten der Theile mußte endlich die feste Kruste der Erde doch einen gewissen dauernden Zusammenhang und Halt bekommen, die Zerspaltungen derselben vereinzelten sich mehr, und es entstand eine ruhigere feste Oberfläche, auf welcher sich unter dem außerordentlich starken Drucke der damals noch mit sehr vielerlei Stoffen geschwängerten Atmosphäre Wasser bilden konnte, dessen Temperatur vielleicht den jetzigen Siedepunkt weit überstieg, was unter hohem Drucke bekanntlich möglich ist. Dieses Wasser wirkte durch seine hohe Temperatur um so auflösender und durch die vielfache Bewegung, der es örtlich ausgesetzt war, um so zerstörender auf die vorhandene feste Oberfläche. Es sammelten sich in ihm außer den chemisch darin aufgelösten Salzen, von denen der Gehalt des jetzigen Meeres vielleicht nur als ein schwacher Ueberrest anzusehen ist, viele Theile der äußersten und ältesten Erstarrungskruste, und diese Theile setzten sich an ruhigeren Orten als älteste Schichtgesteine ab. Diese können später

zum Theil wieder umgeschmolzen oder wenigstens metamorphosirt worden sein. Jedenfalls war mit dem Auftreten des Wassers als solchem auf der Erdoberfläche eine der wichtigsten Bedingungen für die Existenz organischer Wesen erfüllt. Sobald es die Temperatur nur irgend erlaubte, begannen sie sich zu entwickeln und das Uebermaß von Kohlenstoff aus der damaligen Atmosphäre in sich aufzunehmen. Spuren von ihnen finden wir beinahe schon in den untersten unveränderten Schichtgesteinen, in der unteren Grauwacke, und die Graphitlager der krystallinischen Schiefer deuten nicht nur deren ursprünglich neptunische Ablagerung und spätere Krystallisation, sondern auch organische Körper in sehr frühen Erdbildungsperioden an.

Wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als wäre dem Naturforscher nichts unerklärbar, wie denn z. B. die uns bekannten Naturgesetze so ziemlich hinreichen, um die Ausbildung der Erde im Allgemeinen unter gewissen vorausgesetzten Umständen zu erklären, so wird man doch immer bei näherer Untersuchung aus dieser süßen Täuschung herausgerissen, denn der erste Anfang und die Ursache aller Dinge, das eigentliche Wesen aller Kräfte, blieben dem menschlichen Verstande stets noch ungelöste Räthsel. Ein solches unlösbares Räthsel, bei dem wir nur an die unerforschliche Macht eines Schöpfers appelliren können, ist eben so, wie der erste Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen. Wir können wohl die äußeren Bedingungen angeben, die unseren Erfahrungen gemäß für das Bestehen der irdischen Organismen erfüllt sein müssen, aber noch nie ist es gelungen, auf dem Wege des Experiments neue Organismen zu erzeugen, oder auch nur die inneren Bedingungen ihrer Entstehung in einem ähnlichen Gesetze auszudrücken, wie z. B. das der Schwere oder das der Lichtbrechung es ist, obwohl auch diese, wie alle sogenannten physikalischen Gesetze, eigentlich nichts über das innerste Wesen der Dinge und Kräfte verrathen, sondern nur bestimmte Ausdrücke für ihre äußeren Erscheinungen sind.

Möge nun der Keim für alle lebenden Wesen von Anfang an für alle Zeiten in dem Stoffe der Erde ruhen und der Einwirkung gewisser Umstände harren, so daß mit den gegebenen

Bedingungen immer auch die entsprechenden organischen Formen sich entwickelten, möge die ganze Stufenreihe der Organismen aus einem ersten und niedersten Keim unter dem Einfluß der äußeren Umstände durch immer höhere und mannichfaltigere Entwickelung, Umbildung und Spaltung im Laufe unermeßlicher Zeiten gleichsam von selbst hervorgegangen sein, oder möge für jedes neue Geschöpf die unerforschliche Urkraft von Neuem thätig sein, so ist doch so viel gewiß, daß wir für den Hauch des organischen und geistigen Lebens, wie für die Wirkung aller anderen Naturkräfte und Stoffe, eine erste Ursache annehmen müssen, die wir nicht weiter zerlegen können, eine Ursache, die außerhalb der Sphäre unseres Erkennens liegt und die wir je nach Religion oder Sprache Allah, Jehova, Gott, Schöpfer oder Urkraft nennen. — Genug, es entstanden Organismen, angemessen jener hohen Temperatur, jener dichten Atmosphäre, welche beide auf der Erde damals noch alle klimatischen Unterschiede unbemerkbar machten.

Korallen und Meerlilien (Crinoiden) bauten von Pol zu Pol ihre kalkigen Gehäuse vom Boden des Meeres auf; Orthoceren, die riesigen Repräsentanten unserer Tintenfische, schwere Schalen von 2—3 Fuß Länge mit sich schleppend, und andere dem Nautilus ähnliche gewundene Cephalopoden (Goniatiten, Clymenien) belebten die Oberfläche des Oceans oder suchten in den Tiefen desselben ihre Nahrung, die aus allerhand Muscheln bestand, deren Formen längst aus dem Reiche der lebenden Wesen verschwunden sind. Zu ihnen gesellten sich schon in dieser Zeit einzelne Fische und in größerer Menge jene wunderbaren krebsartigen Thiere, welche man, weil sie aus drei Haupttheilen bestehen, Trilobiten genannt hat. Diese mit sehr zusammengesetzten Augen versehenen Thiere setzen schon ähnliche Lichtwirkungen auf der Erde voraus, als jetzt stattfinden. Die Existenz derselben war aber verhältnißmäßig nur von kurzer Dauer; sie sind, wie die Orthoceratiten und Goniatiten, fast nur auf die Zeit der Grauwackenbildung beschränkt, während dagegen z. B. der generische Typus der Nautileen und Terebrateln alle späteren Epochen durchlebt hat und noch jetzt nicht gänzlich ausgestorben ist. Kryptogamische Gewächse, welche heut zu Tage und in

unserem Klima nur am Boden kriechen und auch unter der tropischen Sonne nur selten noch sich zur Baumform erheben, ragten zur Grauwackenzeit in kolossaler Gestalt einzeln an den Ufern und aus den Sümpfen empor (Calamiten und Lepidodendra), und Farrenkräuter wucherten zwischen ihnen.

Schon die ersten Thiere und Pflanzen der Erde lassen sich somit in unsere jetzigen Hauptklassen einreihen, obwohl die Formen derselben gänzlich von den heutigen abweichen. Ihre Verbreitung scheint eine sehr allgemeine gewesen zu sein, denn alle die als besonders charakteristisch für die Grauwackenepoche bezeichneten Familien und Gattungen finden sich in allen Welttheilen, wo überhaupt Ablagerungen aus der Grauwackenzeit aufgefunden worden sind. Dies ist wahrscheinlich eine Folge des Mangels klimatischer Unterschiede und der allgemein hohen Temperatur, welche mehr von der Innenwärme der Erde als von der Sonne ausging.

Es muß nothwendig auffallen, daß in diesen, wahrscheinlich ältesten als solche noch deutlich erhaltenen Wasserablagerungen fast nur Reste von auf der Stufenleiter der Organisation ziemlich tief stehenden Geschöpfen gefunden werden, während in späteren Zeiten nach und nach immer höhere auftreten und erst zuletzt der Mensch. Schon Moses scheint diese Thatsache geahnt zu haben, indem er in seiner Genesis die Schöpfung des Organischen von unten nach oben vorschreiten läßt, mögen ihn nun Naturbeobachtungen oder allgemeine philosophische Gründe dazu veranlaßt haben. Jedenfalls ist dieser Verlauf der Schöpfung eine sehr weise Einrichtung oder eine nothwendige Folge der Umstände. Denn frei auf dem Lande lebende Thiere, besonders warmblütige und solche mit höherer geistiger Organisation, hätten in so kohlenstoffreicher und sauerstoffarmer Atmosphäre, auf so bewegtem, oft außerordentlich gewaltsam erschüttertem Boden, wie das damalige wenige Fest- und Inselland darbieten konnte, unmöglich athmen und glücklich gedeihen können. Ich sage: das damalige wenige Land, denn in der That wird es im Verhältniß gegen jetzt nur eine sehr untergeordnete Fläche eingenommen haben, weil überhaupt alle Niveauunterschiede geringer, folglich die Meere weniger tief, aber ausgebreiteter, die Berge weniger hoch, aber zusammen-

hängender, nicht so von Thälern durchschnitten sein mußten. Denn die Durchbrüche der noch dünnen Kruste erforderten weniger Kraftaufwand und hatten weniger merkbare Folgen als später die einer dickeren.

Die Oberfläche der Erde hatte sich hierauf in der Steinkohlenbildungsperiode mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden größere Flächen erhoben, auf denen örtlich eine reiche immer noch vorherrschend kryptogamische Vegetation sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmäßige hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der kohlenstoffreichen Atmosphäre. Noch ragten aber keine eigentlichen Berge zu großen Gebirgen empor, und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen größeren und kleineren Inseln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mit gehoben waren und keinen Abfluß fanden. Dies Alles wirkte auf eine eigenthümliche üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüßten, oder allmälig verdunstenden Landseen sich unermeßliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Sigillarien, deren Wurzeln, die Stigmarien, auf Torfgrund deuten, Lycopodien, Schafthalmen und Farrenkräutern trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmungen des Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in diese Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten sich über dem Torf ab, und in dem zurückgebliebenen verdunstenden Wasser begann die Vegetation auf's Neue. Durch öftere Wiederholung solcher Vorgänge erklären sich die oft sehr zahlreich über einander gehäuften Kohlenlager, deren Gesammtheit gewöhnlich beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich

bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf. Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammengeschwemmten Pflanzentheilen, in Meeresbuchten oder Landseen, durch bedeckte Fucusbänke, oder einige Linien dicke Kohlenlagen auch wohl durch bloße Bedeckung dichter Waldstrecken entstanden sein. Auf ähnliche Weise erklären sich auch die Kohlenablagerungen, welche zuweilen schon in der Grauwackengruppe vorkommen.

Die Kohlenbildung war aber sicher immer nur eine locale, und ihr werden der Zeit nach stets in anderen Erdtheilen erfolgte Meeresablagerungen entsprechen.

Das Rothliegende, wie es sich in Deutschland gewöhnlich entwickelt zeigt, ist höchst wahrscheinlich vorzugsweise durch benachbarte Eruptionen von Porphyren bedingt. Dafür spricht schon seine gewöhnlichste Verbreitung an den Rändern oder im Innern porphyrischer Gebirge, oder wenigstens in ihrer Nähe. Die mächtigen und ausgedehnten Conglomeratschichten desselben setzen offenbar große vorgängige Zerstörungen voraus, und gewisse ihm zugehörige Thonsteine verhalten sich zu den Porphyren ganz ähnlich wie Traß oder Basalttuff zu den Basalten, wie Moja oder Peperin zu den Laven der Vulkane. Da jedoch die Conglomerate des Rothliegenden fast stets auch viele Porphyrgeschiebe einschließen, so geht daraus hervor, daß deren Eruptionen schon vorher begonnen haben müssen. Das Rothliegende umschließt mehrfach Pflanzenreste, welche der Steinkohlenzeit ziemlich entsprechen, sich aber von ihnen mehr zufällig als wesentlich, häufig dadurch unterscheiden, daß nicht die äußere Structur als Abdruck, sondern die innere durch Verkieselung erhalten ist (Holzsteine, Staarsteine.)

Der Kupferschiefer, als das unterste Glied der Zechsteinformation, ist nur ein locales Gebilde der Flötzreihe, auf das nördliche und westliche Deutschland beschränkt, welche Landstriche während seiner Bildungsepoche einen großen, gegen England geöffneten Meerbusen gebildet zu haben scheinen. Zu derselben Zeit und schon während der Bildung unseres Rothliegenden sind in Rußland Schichten vom Meere abgelagert worden, welche man jetzt mit der Benennung „Permisches

System" zu bezeichnen pflegt. Es wird aber nöthig sein, im Verfolg unserer geologischen Betrachtungen immer mehr solche Localgebilde des mittleren Europa's zu berücksichtigen und somit von der Geschichte der allgemeinen Erdausbildung auf die eines einzelnen großen Landstriches überzugehen, theils weil noch nicht genug Beobachtungen der Flötzformationen in anderen Welttheilen vorliegen, theils und ganz besonders aber auch, weil mit der größeren Mannichfaltigkeit der Gestaltung und Zusammensetzung der Erdoberfläche auch eine immer größere Mannichfaltigkeit der Flötzablagerung der einzelnen Gegenden entstanden ist, die sich nun nicht füglich alle gleichzeitig in die Darstellung herein ziehen lassen. Die mineralogische Natur und die Reihenfolge der Massengesteine, von überall in ähnlicher Weise sich verändernden Umständen abhängig, bleibt sich über die ganze Erdoberfläche, wie es scheint, viel mehr gleich, als die Natur der Flötzablagerungen, welche um so mannichfaltiger wurden, je mancherlei zu zerstörendes und wieder abzulagerndes Material durch die voraus gegangenen Bildungen schon vorhanden war, und je unebener die Erdoberfläche wurde, denn die Resultate der äußeren Bildungen und Umgestaltungen haben sich durch alle Zeiten hindurch gleichsam summirt, jedes Frühere wirkte auf jedes Nachfolgende ein.

Der Kupferschiefer als unterstes und somit ältestes Glied der Zechsteinformation scheint seinen Metallgehalt metallischen Dämpfen oder Quellen zu verdanken, welche zu dieser Zeit als Nachwirkung porphyrischer Eruptionen emportraten. Er ist gewöhnlich in der Nähe der Porphyre am metallreichsten, und die zahlreichen Fische, welche er einschließt, deuten nicht nur durch ihre häufige Krümmung einen plötzlichen Tod — etwa durch Vergiftung — an, sondern sie können auch wirklich nicht in einem seichten und räumlich beschränkten Meere gelebt haben, welches von Haus aus so viel Kupfersolution enthalten hätte, als nöthig war, um den Kupferschiefer niederzuschlagen.

Eben so dürften die localen Gyps-, Salz- und Spatheisensteinstöcke, welche die Zechsteinformation besonders am Thüringer Walde charakterisiren, durch Nachwirkung benachbarter Eruptionen bedingt sein, indem dadurch ein Theil ihrer Bestandtheile, oder ihr Fällungsmittel aus dem Erdinnern emporgepreßt ward.

Auf den Zechstein folgte in Deutschland und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäßige Reihenfolge kalkiger, mergeliger, thoniger und sandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzusehen sind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinsalz enthalten, während in England diese sehr zusammengesetzte Reihe fast nur durch eine einförmige, vorherrschend aus rothen Sandsteinen bestehende Ablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns so auffallend hervortretende Glied, der Muschelkalk, gänzlich fehlt.

Die geringmächtigen Kohlenlager, z. B. die Lettenkohle, in dieser der Triasgruppe, setzen trotz ihrer ausgedehnten Verbreitung über Schwaben und Thüringen nicht unbedingt eine Erhebung über das Meeresniveau voraus; sie können füglich durch Einschwemmen von den benachbarten Küsten her, auf dem Meeresboden entstanden sein.

Für keine dieser jüngeren Flötzbildungszeiten ist aber eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend einer Flötzformation in irgend einer Gegend ist vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, daß zu dieser Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umstande nur zuweilen deutliche Beweise als Versteinerungen von Landgeschöpfen durch spätere Meeresbedeckungen erhalten worden sind.

Die organischen Reste der Flötzreihe vom Zechstein bis zum Keuper gehören größtentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Crustaceen und Fischen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier in Menge, deren erste Spuren allerdings schon in der Kohlenformation und neuerlich selbst in der silurischen Grauwacke Nordamerikas gefunden worden sind, sowie vereinzelte Spuren von Vögeln, welche während der Ebbezeit die Meeresküsten entlang laufend, im angespülten Thon und Sand dieser Schichten zuweilen Fußspuren (Fährten) hinterlassen haben.

Unter den Cephalopoden zeichnet sich wieder ein Genus in dieser Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es sind dies die auf den Muschelkalk beschränkten Ceratiten, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration, mit nur einseitig verzahnter

Lobirung. Terebrateln, Myaphorien und Avicula-Arten haben zu gleicher Zeit familienweise dicht gedrängt beisammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen fehlen dem deutschen Muschelkalk die Bewohner des flachen klippigen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert, die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die noch immer ungewöhnlich großen Schafthalme haben zum Theil deutliche Blattscheiden, welche an den Calamiten der Steinkohlenformation fast nie gefunden werden. Außerdem treten Cycadeen hinzu, und eine eigenthümliche Coniferengattung (Voltzia) sowie Araucarien repräsentiren die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe Deutschlands läßt auf ein allmäliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schließen, so nämlich, daß dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelösetesten, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des großen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen England, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche Art der Gesteinbildung jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von kalkschaligen Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschließen.

Ein ruhiges Meer bedeckte einen großen Theil des mittleren Europa, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen mittleren Rheinlande, Böhmen, Schlesien und Mähren, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünn geschichtete kalkige Niederschläge, und an den Rändern, besonders an denen der Inselgebiete, bauten fleißige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in Deutschland, Frankreich und England die Ablagerungen der Juragruppe: Lias und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk

Auf den Zechstein folgte in Deutschland und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäßige Reihenfolge kalkiger, mergeliger, thoniger und sandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzusehen sind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinsalz enthalten, während in England diese sehr zusammengesetzte Reihe fast nur durch eine einförmige, vorherrschend aus rothen Sandsteinen bestehende Ablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns so auffallend hervortretende Glied, der Muschelkalk, gänzlich fehlt.

Die geringmächtigen Kohlenlager, z. B. die Lettenkohle, in dieser der Triasgruppe, setzen trotz ihrer ausgedehnten Verbreitung über Schwaben und Thüringen nicht unbedingt eine Erhebung über das Meeresniveau voraus; sie können füglich durch Einschwemmen von den benachbarten Küsten her, auf dem Meeresboden entstanden sein.

Für keine dieser jüngeren Flötzbildungszeiten ist aber eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend einer Flötzformation in irgend einer Gegend ist vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, daß zu dieser Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umstande nur zuweilen deutliche Beweise als Versteinerungen von Landgeschöpfen durch spätere Meeresbedeckungen erhalten worden sind.

Die organischen Reste der Flötzreihe vom Zechstein bis zum Keuper gehören größtentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Crustaceen und Fischen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier in Menge, deren erste Spuren allerdings schon in der Kohlenformation und neuerlich selbst in der silurischen Grauwacke Nordamerikas gefunden worden sind, sowie vereinzelte Spuren von Vögeln, welche während der Ebbezeit die Meeresküsten entlang laufend, im angespülten Thon und Sand dieser Schichten zuweilen Fußspuren (Fährten) hinterlassen haben.

Unter den Cephalopoden zeichnet sich wieder ein Genus in dieser Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es sind dies die auf den Muschelkalk beschränkten Ceratiten, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration, mit nur einseitig verzahnter

Lobirung. Terebrateln, Myaphorien und Avicula-Arten haben zu gleicher Zeit familienweise dicht gedrängt beisammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen fehlen dem deutschen Muschelkalk die Bewohner des flachen klippigen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert, die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die noch immer ungewöhnlich großen Schafthalme haben zum Theil deutliche Blattscheiden, welche an den Calamiten der Steinkohlenformation fast nie gefunden werden. Außerdem treten Cycadeen hinzu, und eine eigenthümliche Coniferengattung (Voltzia) sowie Araucarien repräsentiren die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe Deutschlands läßt auf ein allmäliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schließen, so nämlich, daß dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelösetsten, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des großen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen England, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche Art der Gesteinbildung jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von kalkschaligen Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschließen.

Ein ruhiges Meer bedeckte einen großen Theil des mittleren Europa, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen mittleren Rheinlande, Böhmen, Schlesien und Mähren, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünn geschichtete kalkige Niederschläge, und an den Rändern, besonders an denen der Inselgebiete, bauten fleißige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in Deutschland, Frankreich und England die Ablagerungen der Juragruppe: Lias und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk

phiten und Turriliten, wahre Verkrüppelungen der Ammonitenform, welche, wie es scheint, durch ihre Umformung vergeblich versucht hat, sich den neuen Verhältnissen zu acclimatisiren. Uebrigens wimmeln Quadersandstein, Gault, Pläner und Kreide von zweischaligen Meermuscheln, worunter die Gattungen Pecten, Inoceramus, Exogyra, Ostrea und Pinna Hauptrollen spielen, die Kreide selbst besteht fast nur aus mikroskopischen Kalkschalen kleiner Zoophyten (Polytalamien). Das Meer scheint tief und sehr bevölkert gewesen zu sein.

Mit der Kreide schließt offenbar ein sehr wichtiger Abschnitt der Geologie; die Ablagerungen werden localer; die Eruptionen nähern sich mehr den echt vulkanischen, die Oberflächenformen gestalten sich mannichfaltiger, höhere Gebirge treten hervor, unter den Organismen begegnen wir den ersten noch lebenden Formen, während alle älteren Arten ohne Ausnahme ausgestorben sind, und die bis dahin nur durch unsichere Spuren angedeuteten Säugethiere fangen an, eine Hauptrolle zu spielen. Diesen wichtigen Abschnitt haben auch alle Systematiker erkannt und deshalb die sogenannten Tertiärformationen oder Molassegebilde von den älteren schärfer gesondert als diese und jene unter sich.

Das unterste Glied der Molassegruppe ist in Süd-Deutschland gewöhnlich ein nummulitenreicher Kalkstein oder damit verbundener Sandstein (Nummulitenformation), in Nord-Deutschland dagegen oft ein sehr fester Sandstein mit Pflanzenresten, welcher seine große Festigkeit zum Theil einer wahren Silicatbildung zu verdanken scheint. Darüber folgen Braunkohlenlager, wechselnd mit blätterhaltigen Thon-, Schieferthon- und Mergelschichten. Diese norddeutsche Braunkohlenformation, welche auch in den Alpen durch Kohlenlager zwischen den echten Molassesandsteinen vertreten zu sein scheint, deutet auf eine ausgedehnte Festlandvegetation hin. Mitteleuropa war durch ein von Buchten zerschnittenes Festland vertreten, dessen Oberfläche vielfach von Sumpf und Wald bedeckt wurde. So bereitete sich das Material für die Braunkohlen, welche nur selten einen ähnlichen vielfachen Wechsel von Kohle, Sandstein und Schieferthon darbieten, wie die Steinkohlen, d. h. ihre Entstehung war weniger von Ueberfluthungen oder Senkungen und Hebungen unterbrochen.

Uebrigens entstanden die Braunkohlen, wie die Steinkohlen, theils aus Torf, theils aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen und nicht alle genau in derselben Zeit. Ihre Pflanzen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der älteren Kohlenperiode; sie stehen der jetzigen Schöpfung noch näher, als die der Wieldenformation. Da sind keine baumförmigen Farren, Lycopodien und Schafthalme mehr zu finden, wohl aber eine große Menge Reste von dikotyledonen Bäumen, von Coniferen und einzelne von Palmen, welche letztere immer noch ein wärmeres Klima für das damalige Deutschland andeuten, als das jetzige besitzt, wenn auch bei Weitem nicht ein so warmes und so gleichmäßiges als zur Zeit der Steinkohlenbildung. In den Buchten der angrenzenden Meere hatten zu gleicher Zeit, oder etwas später, muschelreiche Ablagerungen begonnen, welche im westlichen Deutschland und in Frankreich den Grobkalk, in Südost-Deutschland den Tegel, wie in England den Londonthon, lieferten und auch über niedersinkende Braunkohlenstriche fortsetzten, während sie stellenweise durch einmündende Flüsse mit Land- und Süßwasserproducten versehen wurden. Es würde gegen den hier vorliegenden Zweck sein, alle die bereits bekannten Localgebilde dieser Zeitepoche einzeln zu verfolgen. Genug, das Centrum Europa's war während der Molasse-Zeit ein periodisch mit reicher Vegetation bedecktes, vielfach sumpfiges und von großen Meeresbuchten durchschnittenes Land, auf welchem mächtige Torflager sich entwickelten. In einzelnen Becken des Landes entstanden gleichzeitig und mehr noch gegen Ende der Periode, wo auch schon einige der neuen Meeresschichten an die Oberfläche gehoben worden waren, Süßwasser-, Kiesel- und Kalksteinbildungen, sowie Infusorienschichten, alle mit Ueberresten von vielerlei Süßwassergeschöpfen. Das System der Flüsse und Landgewässer scheint sich überhaupt erst in und nach der Molassepoche recht entwickelt zu haben.

Auffallend ist es, daß die Gegenden, wo Molassegebilde herrschen, häufig durch flache Einsenkungen der Oberfläche bezeichnet sind, was seinen Grund theils in der Weichheit der Gesteinsbildungen, ganz besonders aber in dem Umstand haben wird, daß diese Ablagerungen meist nicht mehr von späteren Hebungen betroffen worden sind; wo Letzteres der Fall war, da

fehlt auch die Beckenform, wie bei den eigentlichen Molassebildungen am Nordrande der Alpen.

Die Meeres- und Süßwassermuscheln dieser Periode gehören großentheils lebenden Gattungen, und viele sogar lebenden Arten an. Die abenteuerlichen Formen der Ammoniten, Belemniten, Hippuriten, Encriniten u. s. w. sind, wie erwähnt, gänzlich verschwunden; Nummuliten bevölkerten im Beginn dieser Periode in unglaublicher Zahl ein Meer, welches ungefähr die Lage des jetzigen mittelländischen Meeres, aber eine viel größere Ausdehnung besonders gegen Ost gehabt zu haben scheint. Unter den Säugethieren begegnen wir riesenhaften Gestalten, welche zum Theil von denen der lebenden Schöpfung noch außerordentlich abweichen, so namentlich die Dinotherien mit ihren hakenförmig nach unten gebogenen Stoßzähnen der unteren Kinnlade und die Anthracotherien. Außerdem deuten die Knochen anderer großer Pflanzenfresser aus der Familie der Dickhäuter (Mammuths, Elephanten, Tapire, Rhinocerosse u. s. w.), welche in Heerden zusammengelebt zu haben scheinen, auf eine besonders üppige, wenn auch nicht tropische oder vorherrschend waldige Vegetation hin, und diese Heerden haben sich bis zur Diluvialperiode hin immer noch vermehrt, bis endlich ein gewaltsames Ereigniß, oder viele kurz auf einander folgende sie vernichtet und die Hauptzüge Europa's so hinterlassen hat, wie wir sie jetzt erblicken. Auch das unter dem Namen Hydrarchos sehr bekannt gewordene riesige Meeresthier, ein wallfischartiges Säugethier, hat in dieser Periode gelebt. Der Unterschied der ungleichen Wärmezonen fängt an sich immer mehr und mehr erkennbar zu machen.

Durch die basaltischen Hebungen, durch Landgewässer und atmosphärische Einwirkungen waren große Vorräthe lockeren Materials aufgehäuft worden; das Verwitterbare hatte sich in Thon und Lehm verwandelt, das Festere in Kies und Sand. Da senkte sich die Gegend des jetzigen Europa nochmals unter das Meeresniveau, so daß nur die Gebirge insularisch hervorragten, oder es wurde, wie Andere meinen, das nordische Polarmeer durch Erhebung seines Bodens oder durch Aenderung der Ekliptik weithin über das Land gedrängt, als petridelauni-sche Fluth. Die Fluthen breiteten die vorgefundenen lockeren Haufwerke über alle ebenen Gegenden aus und füllten selbst

die Spalten und Höhlen der ihnen zugänglichen niederen Gebirge damit an. Zugleich fanden dabei viele, zum Theil sehr große Säugethiere, welche damals diese Gegenden reichlich bewohnten, Mammuths, Tapire, Ochsen, Pferde, Hirsche, Bäre, Dachse, Löwen, Tiger, Hyänen u. s. w., ihr Grab, deren Knochen nun im Löß und in dem Schlamm der Höhlen begraben liegen. Das sind die charakteristischen Resultate der sogenannten Diluvialzeit.

Ich habe da der merkwürdigen Knochenanhäufungen in Höhlenräumen gedacht. Sie fragen vielleicht: wie kamen alle die vielerlei Thierknochen in die Knochenhöhlen zusammen, in welchen wir sie jetzt finden? — Sie werden wohl auf verschiedene Art dahin gekommen sein; einige Thiere (so die Bären und Hyänen) wohnten und starben darin, wie ihre zugleich daselbst gefundenen Excremente beweisen, andere wurden von den Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen, was man an den angenagten Knochen erkennt, ein großer Theil aber wurde erst durch die Diluvialfluthen hineingespült, wobei zugleich alle schon darin vorhandenen mit Schlamm überdeckt wurden.

Unerklärt ist bis jetzt die plötzliche Temperaturabnahme, welche mit der Diluvialzeit eingetreten zu sein scheint. Kurz vor ihr lebten im nördlichen Europa noch Nashorn- und Mammuthheerden, gleich darauf aber beginnen überall Eisspuren, und selbst jene organischen Geschöpfe sind zum Theil in Eisschichten bis jetzt unverwest erhalten worden. Der Versuch, diese Thatsache durch eine Aenderung in der Lage der Drehungsaxe der Erde und folglich aller Wärmezonen zu erklären, steht nicht nur in Widerspruch mit der Abplattung der Drehungspole, sondern er entspricht auch nicht der außerordentlichen Verbreitung analoger Thierreste in der ganzen nördlichen Hemisphäre. Durch Fluthen können sie nicht weit fortgeführt sein, das lehrt der Zustand ihrer Erhaltung. So bleibt denn nur übrig eine sehr allgemeine Temperaturänderung mindestens für die ganze nördliche Hemisphäre anzunehmen. Dieselbe braucht indessen nicht so groß und so plötzlich gewesen zu sein, als es für den ersten Anblick erscheinen könnte. Jene Mammuths Nordsibiriens sind, wie sich an ihren Cadavern zeigt, mit einem ziemlich dicken Pelz bedeckt gewesen und haben theilweise, ganz gegen die Gewohnheit ihrer

heutigen Stammverwandten, von Nadelholzzweigen gelebt, wie man aus der Füllung ihres Magens erkannte. Daraus geht ziemlich sicher hervor, daß das Klima ihrer Wohnorte jedenfalls viel kälter war, als das Vaterland der jetzigen Elephanten.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Lößformation fällt nun jener merkwürdige Transport großer Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu sehr vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat und über welche ich Ihnen im 26. Briefe Näheres mittheilen werde. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche Deutschland in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus Skandinavien unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch Deutschland bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches häufig beobachtet. Für die sogenannten Åsar (Schutthügel) Skandinaviens, welche von tiefen Rillen, Riefen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise nicht ganz sich den Umständen anpassen; sie mahnen allerdings mehr an eine Geröllfluth, die aber an sich wieder ein unerklärbares Phänomen sein würde.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlaßten Ablagerungen kaum Spuren der Entwickelung eines reichen untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen wenigen organischen Reste bestehen vielmehr vorherrschend aus Land- und Süßwassergeschöpfen, während doch die mechanische Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch plutonische oder vulkanische Kräfte Europa in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, oder wurde durch ein Abfließen des Meeres nach einer anderwärts, etwa in der Südsee, stattfindenden Senkung des Bodens frei gelegt. Es ist möglich, daß bei diesem Zurückweichen des Wassers, allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinzügen folgend, Thäler und Buchten ausgewaschen wurden, welche noch jetzt fließenden Gewässern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüssen, die bei ihrer gegenwärtigen Größe niemals im Stande gewesen sein

würden, so mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf ein Mal konnte das ganze Festland abtrocknen; viele abgesonderte Wasserbecken waren mit erhoben worden, die sich nur nach und nach in Süßwasserseen verwandelten und dann zum Theil durch spätere Durchbrüche allmälig entleerten (der böhmische Kessel z. B. durch das Elbthal, der Rheingau durch den Rheinstrom bei Bingen), zum Theil aber noch jetzt als Landseen mit süßem Wasser gefüllt sind.

Kleinere Wasserbecken der Art mögen im Laufe sehr vieler Thäler zurückgeblieben sein und erst später sich entleert, oder mit allerhand Bodensätzen gefüllt haben, durch welche Entleerungen denn die Spuren außerordentlich hoher Wasserstände an den Gehängen mancher Thäler erklärlich werden.

Durch alle diese Vorgänge hatte sich das Festland der alten Welt zum schönen und zweckmäßigen Wohnplatze des Menschen vorbereitet, der es bald nach dieser Zeit betreten zu haben scheint; wenigstens ist, wie erwähnt, noch keine Spur menschlichen Daseins mit diluvischen Producten in der Weise zusammen gefunden worden, daß man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Existenz des Menschengeschlechtes mit Bestimmtheit anzunehmen. Auch würde sein Dasein in jenen früheren Zeiten ein sehr unglückliches, der täglichen Zerstörung durch Naturereignisse und einer beständigen verzweifelten Furcht vor ihnen preisgegebenes gewesen sein.

Wie schwer es auch sein mag, in einer solchen Entwickelungsgeschichte, in welcher immer Eines das Andere bedingt, bestimmte Abschnitte zu unterscheiden, so lassen sich doch zur leichteren Uebersicht in der Geschichte der Erde als Individuum, ähnlich wie in der Geschichte der Menschheit, gewisse Wendepunkte als Hauptabschnitte bezeichnen.

In der Voraussetzung, daß die Erstarrungstheorie im Allgemeinen richtig sei, ergeben sich aus ihr folgende charakteristische Perioden.

Erste Periode: Allgemein heißflüssiger Zustand, zu welchem keine bestimmte Thatsache hinauf reicht, also ein nur vermutheter Zustand.

Zweite Periode: Es bildet sich eine feste Erstarrungs-

heutigen Stammverwandten, von Nadelholzzweigen gelebt, wie man aus der Füllung ihres Magens erkannte. Daraus geht ziemlich sicher hervor, daß das Klima ihrer Wohnorte jedenfalls viel kälter war, als das Vaterland der jetzigen Elephanten.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Lößformation fällt nun jener merkwürdige Transport großer Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu sehr vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat und über welche ich Ihnen im 26. Briefe Näheres mittheilen werde. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche Deutschland in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus Skandinavien unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch Deutschland bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches häufig beobachtet. Für die sogenannten Åsar (Schutthügel) Skandinaviens, welche von tiefen Rillen, Riefen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise nicht ganz sich den Umständen anpassen; sie mahnen allerdings mehr an eine Geröllfluth, die aber an sich wieder ein unerklärbares Phänomen sein würde.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlaßten Ablagerungen kaum Spuren der Entwickelung eines reichen untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen wenigen organischen Reste bestehen vielmehr vorherrschend aus Land- und Süßwassergeschöpfen, während doch die mechanische Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch plutonische oder vulkanische Kräfte Europa in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, oder wurde durch ein Abfließen des Meeres nach einer anderwärts, etwa in der Südsee, stattfindenden Senkung des Bodens frei gelegt. Es ist möglich, daß bei diesem Zurückweichen des Wassers, allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinzügen folgend, Thäler und Buchten ausgewaschen wurden, welche noch jetzt fließenden Gewässern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüssen, die bei ihrer gegenwärtigen Größe niemals im Stande gewesen sein

würden, so mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf ein Mal konnte das ganze Festland abtrocknen; viele abgesonderte Wasserbecken waren mit erhoben worden, die sich nur nach und nach in Süßwasserseen verwandelten und dann zum Theil durch spätere Durchbrüche allmälig entleerten (der böhmische Kessel z. B. durch das Elbthal, der Rheingau durch den Rheinstrom bei Bingen), zum Theil aber noch jetzt als Landseen mit süßem Wasser gefüllt sind.

Kleinere Wasserbecken der Art mögen im Laufe sehr vieler Thäler zurückgeblieben sein und erst später sich entleert, oder mit allerhand Bodensätzen gefüllt haben, durch welche Entleerungen denn die Spuren außerordentlich hoher Wasserstände an den Gehängen mancher Thäler erklärlich werden.

Durch alle diese Vorgänge hatte sich das Festland der alten Welt zum schönen und zweckmäßigen Wohnplatze des Menschen vorbereitet, der es bald nach dieser Zeit betreten zu haben scheint; wenigstens ist, wie erwähnt, noch keine Spur menschlichen Daseins mit diluvischen Producten in der Weise zusammen gefunden worden, daß man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Existenz des Menschengeschlechtes mit Bestimmtheit anzunehmen. Auch würde sein Dasein in jenen früheren Zeiten ein sehr unglückliches, der täglichen Zerstörung durch Naturereignisse und einer beständigen verzweifelten Furcht vor ihnen preisgegebenes gewesen sein.

Wie schwer es auch sein mag, in einer solchen Entwickelungsgeschichte, in welcher immer Eines das Andere bedingt, bestimmte Abschnitte zu unterscheiden, so lassen sich doch zur leichteren Uebersicht in der Geschichte der Erde als Individuum, ähnlich wie in der Geschichte der Menschheit, gewisse Wendepunkte als Hauptabschnitte bezeichnen.

In der Voraussetzung, daß die Erstarrungstheorie im Allgemeinen richtig sei, ergeben sich aus ihr folgende charakteristische Perioden.

Erste Periode: Allgemein heißflüssiger Zustand, zu welchem keine bestimmte Thatsache hinauf reicht, also ein nur vermutheter Zustand.

Zweite Periode: Es bildet sich eine feste Erstarrungs-

kruste, die vielfach zersprengt endlich allgemeinen Zusammenhang gewinnt.

Dritte Periode: Die Abkühlung ist so weit vorgeschritten, daß tropfbar flüssiges Wasser entsteht, mannichfach zerstörend und ablagernd wirkt und zugleich die Entwickelung des organischen Lebens gestattet.

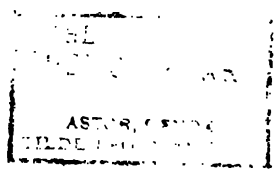
Vierte Periode: Die Abkühlung ist so weit vorgeschritten, daß sich örtlich oder temporär Eis bildet und in die Reihe der geologischen Agentien eintritt.

Damit ist die größte für uns denkbare Mannichfaltigkeit der geologischen Wirkungen erreicht, es könnte höchstens, rückwärts schreitend, eine allgemeine Erstarrung eintreten. Durch diese 5 Perioden, und besonders durch die drei mittleren, lassen sich folgende Entwickelungsreihen neben einander erkennen:

Stete Abkühlung. Hervortreten von Wärmezonen. Volle Ausbildung der Wärmezonen.	Verdickung der Erdkruste nach Innen und nach Außen.	Verdünnung der Atmosphäre.	Immer mannichfaltigere Gestaltung der Oberfläche.
Immer mannichfaltigere Zusammensetzung der Ablagerungen.		Immer vollkommnere Entwickelung der Organismen.	

1.

2.



Vierundzwanzigster Brief.

Bildung der Gesteine.

„Wenn wir die Gebirgsarten nicht nach Unterschieden der Gestaltung und Reihung in geschichtete und ungeschichtete, schiefrige und massige, normale und abnorme eintheilen, sondern den Erscheinungen der Bildung und Umwandlung nachspüren, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen, so finden wir einen vierfachen Entstehungs-Proceß der Gebirgsarten: 1) Eruptions-Gestein aus dem Innern der Erde, vulkanisch geschmolzen, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zustande plutonisch ausgebrochen; 2) Sediment-Gestein, aus einer Flüssigkeit, in der die kleinsten Theile aufgelöst waren oder schwebten, an der Oberfläche der Erdrinde niedergeschlagen und abgesetzt (der größere Theil der Flötz- und Tertiärgruppe); 3) umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, verändert in seinem inneren Gewebe und seiner Schichtenlage entweder durch Contact und Nähe eines plutonischen oder vulkanischen (endogenen) Ausbruchsgesteins, oder, was wohl häufiger der Fall ist, verändert durch dampfartige Sublimation von Stoffen, welche das heiß-flüssige Hervortreten gewisser Eruptions-Massen begleitet; 4) Conglomerate, grob- oder fein-körnige Sandsteine, Trümmergesteine, aus mechanisch zertheilten Massen der drei vorigen Gattungen zusammengesetzt.“

v. Humboldt S. 258.

Sie werden aus den vorigen Briefen hinreichend ersehen haben, daß die Gesteine und die aus ihnen bestehende feste Erdkruste weder auf einmal, noch auf einerlei Weise entstanden, vielmehr beide als Resultate fortdauernder Bildungen und Umbildungen innerhalb eines ganz unermeßlichen Zeitraumes anzusehen sind. Dabei war die Mannichfaltigkeit der Vorgänge in dem größeren Theile dieses Zeitraumes eine ziemlich eben so große als jetzt, wenn auch eine nach und nach immer größer werdende. Nur in den ersten Stadien der Erdentwickelung können und müssen wahrscheinlich die Vorgänge weit einfachere gewesen sein. Seitdem die drei Aggregratzustände: fest, flüssig und luftförmig, vorhanden, seitdem es tropfbar flüssiges Wasser auf der Erdoberfläche gab, mußten auch die Bildungsvorgänge mindestens ähnliche sein, wie noch jetzt.

Die Geologen haben lange Zeit zum großen Nachtheile ihrer Forschungsresultate angenommen, in der präadamitischen sogenannten Vorwelt sei Alles ganz anders gewesen und geschehen, als jetzt. Sie verschmähten es, die Gegenwart als unmittelbare Fortsetzung der Vergangenheit zu betrachten, und ließen vielmehr ihrer Phantasie alle Zügel schießen, um sich abentheuer-

liche Erdbildungshypotheſen auszudenken, die kaum eine andere Grundlage hatten, als eben ihre Phantaſie. Der berühmte engliſche Geolog C. Lyell hat zuerſt dieſen maßloſen Phantaſien ein Ziel geſetzt, indem er zeigte, daß die Vorgänge der Gegenwart ausreichen, um das zu erklären, was zur Zeit in der Geologie überhaupt erklärbar iſt. Lyell iſt wohl etwas zu weit gegangen, wenn er behauptet, auch das Maß der geologiſchen Vorgänge ſei von jeher daſſelbe geweſen, und eine Entwickelungsgeſchichte des Erdkörpers ſei in der Natur überhaupt nicht nachweisbar, ſondern nur eine beſtändige, ſtets gleichmäßige Umbildung ſeiner Oberfläche. Kann man ihm hierin nicht beiſtimmen, da vielmehr aus unzähligen einzelnen Umſtänden eine Entwickelungsgeſchichte deutlich nachweisbar erſcheint, in der Art, wie ich Ihnen im vorigen Briefe darzulegen verſuchte, ſo muß doch vollkommen anerkannt werden, daß die gegenwärtigen geologiſchen Vorgänge durchaus nur Fortſetzungen der vergangenen ſind, ſo daß man aus jenen unmittelbar auf dieſe zu ſchließen berechtigt iſt.

Den meiſten älteren Geologen kann man ferner den Vorwurf der Einſeitigkeit machen, der allerdings mehr ihre Zeit, als ihre Perſon trifft. Wenn die Einen vorzugsweiſe Geſteinsbildungen durch Waſſer vor Augen hatten und dieſe unterſuchten, ſo meinten ſie in Folge davon, alle Geſteine müßten ſo gebildet, alle auf dieſelbe Weiſe von Waſſer abgelagert ſein, die ſie gerade zu beobachten Gelegenheit hatten. Dieſe rein neptuniſchen Anſichten fanden ihren berühmteſten und ſcharfſinnigſten Vertreter zuletzt in Werner, der unfehlbar den erſten Grund zu einer wiſſenſchaftlichen Ausbildung der Geologie gelegt hat. Andere dagegen, in vulkaniſchen Gegenden aufgewachſen, ſahen täglich die mächtigen und unverkennbaren Wirkungen vulkaniſcher Thätigkeit vor Augen, und glaubten in Folge davon, als conſequente Vulkaniſten, annehmen zu müſſen, die Geſteine und überhaupt die feſte Erdkruſte ſeien der Hauptſache nach nur durch vulkaniſche Thätigkeit entſtanden.

Aus der weiteren Entwickelung der vulkaniſchen Lehre ging die plutoniſche hervor. Sie beſchränkt ſich nicht auf die vulkaniſche Thätigkeit, wie ſie ſich an der äußeren Erdoberfläche, an den ſogenannten feuerſpeienden Bergen zeigt. Nach

ihr sind die Vulkane nur charakteristische Aeußerungen von Vorgängen tief im Erdinnern, welche als nothwendige Folgen heißflüssigen Zustandes und allmäliger Erkaltung desselben angesehen werden. Man nennt plutonisch, was als tief im Erdinnern gebildet vorausgesetzt wird, oder was dort noch jetzt entsteht. Diese inneren Gebilde können nur durch spätere Erhebung und Zerstörung der ursprünglichen Decke sichtbar werden, und da hierzu stets ein großer Zeitraum nöthig gewesen ist, so folgt von selbst, daß alle beobachtbaren plutonischen Gebilde nicht aus der Neuzeit, sondern aus der grauen Vorzeit herrühren. Die der Neuzeit sind nicht beobachtbar. Deshalb hat die Bezeichnung plutonisch, auf Gesteine angewendet, auch die zweite Bedeutung erhalten, daß man darunter stets in vorhistorischer Zeit entstandene versteht.

Lassen Sie uns nun nach dieser Vorbemerkung die von A. v. Humboldt ihrer Entstehungsweise nach geschiedenen vier Gesteinsgruppen: Eruptionsgesteine, Sedimentgesteine, umgewandelte Gesteine und Conglomerate, etwas näher betrachten, zugleich aber ergänzen.

Was wir im 22. Briefe als krystallinische Massengesteine kennen lernten, das sind Eruptionsgesteine, entstanden durch die Erstarrung heißflüssig emporgepreßter Theile des Erdinnern. Wir können sie demnach in dieser Beziehung — aber nicht rücksichtlich ihres Alters — als wahre Urgesteine betrachten. Scheiden wir dabei die vulkanischen von den plutonischen Eruptivgesteinen, so ergiebt sich, daß zu den ersteren alle als Laven an Vulkanen ausgeflossenen gehören, zu den letzteren alle anderen; aber eine scharfe Grenze zwischen beiden ist nicht vorhanden, wie denn auch die Vulkane nicht scharf von den älteren Basalt- und Trachytbergen zu trennen sind. Mineralogisch sind manche Gesteine dieser beiden Abtheilungen ganz gleich zusammengesetzt, und es scheint, daß ihr Unterschied theilweise nur auf der Tiefe beruht, in welcher die Erstarrung erfolgte. Die Augitlaven entsprechen den Basalten, die Feldspathlaven den Trachyten, die Leuzitlaven dem Leuzitfels.

Entschieden plutonische Gesteine — denken Sie sich dieselben als im Erdinnern erstarrte Laven — sind dagegen jedenfalls immer jene Mineralgemenge, welche man als Quarz-, Glim-

mer- und Hornblende-Porphyr, als Grünstein (Diabas und Diorit), als Syenit, Granit u. dergl. zu bezeichnen pflegt. Ich habe Ihnen schon gesagt, daß manche Erscheinungen an diesen Gesteinen, z. B. ihr Quarzgehalt, noch nicht befriedigend erklärt sind, das kann aber kein Grund sein, ihre eruptive Bildungsweise überhaupt zu bestreiten, da dieselbe aus ihrer Gesammtnatur und Lagerungsweise deutlich hervorgeht. Sie alle sind höchst wahrscheinlich als plutonische Bildungen nicht an der äußeren Erdoberfläche erstarrt, und wir kennen noch viel zu wenig den Einfluß, welchen hoher Druck, sehr langsame seculäre Abkühlung und vielleicht sogar die Mitwirkung von chemisch gebundenem Wasser ausübten. Unter diesen Umständen kann man ruhig einer endlichen Lösung des noch problematischen Theiles ihrer Entstehungsart entgegen sehen.

Zu den Sedimentgesteinen, welche durch Vermittelung des Wassers gebildet wurden und noch werden, rechne ich nicht nur die aus einer chemischen Auflösung der Bestandtheile niedergeschlagenen, sondern auch die ganz mechanisch zusammengeschwemmten, sowie diejenigen, deren Material durch den Lebensproceß von Thieren und Pflanzen gebildet wurde, die sich aber unter Vermittelung des Wassers ablagerten.

Da nun alle Bestandtheile, welche durch Wasser jemals auf die eine oder die andere Weise als Gesteine abgelagert wurden und noch werden, nicht ursprünglich in demselben vorhanden gewesen sind, sondern stets auf's Neue durch mechanische Zerstörung oder chemische Auflösung vorhandener Gesteine erst in dasselbe hinein gelangten, so geht daraus von selbst hervor, daß man kein durch Wasser gebildetes Gestein als wirklich ursprüngliches, als Urgestein ansehen kann. Da ferner alle Wasserablagerungen wesentlich von oben nach unten, und nur an der äußeren Erdoberfläche, erfolgen, so ergiebt sich, daß diese Sedimentgesteine durch ihre Bildung die feste Erdkruste stets local, nach außen hin, verdicken mußten, und daß die älteren derselben ursprünglich stets unter den neueren liegen.

Betrachten wir nun aber auch die verschiedenen Arten der Entstehung von Sedimentgesteinen etwas näher. Alle Bäche und Flüsse wirken in ungleichem Grade mechanisch zerstörend auf ihre Ufer und Betten, ebenso das Meer an vielen Stellen

seiner Küsten. Was das Wasser an dem einen Orte mechanisch losreißt, lagert es an dem anderen mechanisch wieder ab. So entstehen und entstanden wohl zu allen Zeiten: Conglomerate, Sandsteine, Thon- und Mergelschichten, vielleicht auch einige Kalksteine. Da aber die vom Wasser fortgeschwemmten Theile ungleich groß und ungleich schwer sind, so werden sie auch hiernach an ungleichen Stellen abgelagert. Aus einem und demselben mechanischen Zerstörungsproceß können grobe Geschiebelager, Sand-, Thon- und Schlammschichten hervorgehen, die später zu festen Bänken von Conglomerat, Sandstein und Schieferthon werden. Das Wasser sondert die ungleichen Theile nach mechanischen Gesetzen. Wenn aber seine Stoßkraft periodisch wechselt, so können sich die Ablagerungsräume der einzelnen Theile dem entsprechend ändern und Wechsellagerungen so ungleicher Gesteinsschichten entstehen, wie sie in Wirklichkeit gar häufig sich finden. Sicherlich kann jener mechanische Zerstörungsproceß durch plutonische Erschütterungen zeitweise und örtlich außerordentlich befördert worden sein, wie denn auch die Räumlichkeiten solcher Ablagerungen durch eingetretene Erhebungen oder Senkungen stets verändert werden mußten.

Alle Quellen werden durch atmosphärische Niederschläge gespeist. Das Regen- und Schneewasser ist beinah frei von mineralischen Bestandtheilen, indem es aber bis zu ungleichen Tiefen in die Erdkruste eindringt und dann erst in Gestalt von Quellen wieder hervorbricht, nimmt es auf seinem unterirdischen Wege kleine Mengen auflöslicher Mineraltheile in sich auf, deren Quantität unter gewissen Umständen doch schon so bedeutend wird, daß man die Quellen dann Mineral- oder Salzquellen nennt. Die Quellen enthalten auf diese Weise, z. Th. mit Kohlensäure verbunden: Kalkerde, Talkerde, Eisen, Mangan, Kieselerde, Chlornatrium, Gyps u. s. w. Einige dieser Bestandtheile lagern sie oft unmittelbar an ihren Mündungen ab, da wo sie einen Theil ihrer Kohlensäure verlieren, wo sie abkühlen oder verdunsten. So entstehen als Quellenabsätze: Kalktuff, Kieseltuff, Raseneisenstein. Einiger Mineralgehalt (besonders die leichtlöslichen Salze) verbleibt aber dem Wasser und wird unausgesetzt in unzähligen Wasseradern den großen Sammelbecken, den Landseen, und am meisten dem Meere zugeführt. In diesen müßte — da

nur reines Wasser verdunstet und mineralhaltiges unausgesetzt zufließt — der Mineralgehalt stets größer werden, sich fortwährend summiren, wenn nicht auf irgend eine Weise ein Niederschlag desselben erfolgte. Der Niederschlag erfolgt wirklich und bildet Gesteine: Steinsalz, Gyps, Anhydrit, Kalkstein, Dolomit, manche Kieselgesteine und dergl.

Die Ursachen dieser chemischen Niederschläge in den Meeresbecken sind noch nicht alle hinreichend bekannt, so z. B. noch nicht für die mächtigen Steinsalzmassen, für Gyps oder Anhydrit. Für gewisse Kalk- und Kieselgesteine werden dieselben deutlich durch kleine Organismen vermittelt. Zoophyten und Weichthiere bauen ihre festen Gehäuse, die Korallen und Schalen aus kohlensaurem Kalk und selbst aus Verbindungen von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurem Talk. Infusorien bildeten sich sogenannte Panzer aus Kieselerde, die mineralischen Ueberreste dieser Thiere, und namentlich der kleinsten, bildeten dann durch Anhäufung von zahlreichen Generationen: Kalksteine, dolomitische Kalksteine und Kieselgesteine. Ehrenberg hat z. B. deutlich nachgewiesen, daß alle Kreide wesentlich nur aus den Schalen

Kreide von Gravesend in England.

mikroskopisch kleiner Polythalamien besteht, und wahrscheinlich sind auch manche andere Kalksteine und Mergel auf diese Weise zusammengesetzt, wenn man die kleinsten organischen Formen jetzt auch nicht mehr deutlich erkennt. Er hat ferner gezeigt, daß Polirschiefer, Trippel, Kieselguhr und ähnliche Gesteine fast nur aus kieseligen Infusorienschalen bestehen, die man freilich mit unbewaffnetem Auge nicht zu erkennen vermag.

Kieselguhr von Strafford in Virginien.

So greift das thierische Leben der niedersten Klassen durch ununterbrochene Thätigkeit mächtig wirksam in den Bildungsproceß der festen Erdkruste ein.

Auf etwas andere Weise wirkt der Vegetationsproceß *steinbildend*. Pflanzentheile aller Art werden an bestimmten Stellen, in Buchten oder Becken durch Wasser zusammengeschwemmt, oder es wachsen gewisse Pflanzenspecies, namentlich Moosarten, Jahrtausende lang torfartig übereinander und bilden mächtige Schichten. Auf solcherlei Weise sind offenbar die fossilen Kohlenlager, die Braunkohlen, die Steinkohlen, der Anthracit und wohl auch der Graphit ursprünglich entstanden, dann aber in ungleichem Grade *umgewandelt*.

Diese Pflanzen haben den Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre während langer Zeiträume in sich fixirt, und so ist er aus dem oxydirten gasförmigen Zustande als feste Masse in Ablagerungen hinein gekommen, die gegenwärtig z. Th. durch sehr mächtige spätere Bildungen bedeckt sind.

Wir haben also, um es kurz zu wiederholen, im Vorstehenden folgende Gesteinsarten unterschieden:

Eruptivgesteine oder endogene:

a) vulkanische,

b) plutonische;

Sedimentärgesteine oder exogene, unter Vermittelung des Wassers gebildete:

a) chemisch niedergeschlagene,

b) mechanisch abgelagerte,

c) zoogene, durch animalische Processe vermittelt, und

d) phytogene, durch den Vegetationsproceß vermittelt.

Hierzu kommen nun noch die verschiedenartigen Vorgänge der Umwandlung. Fast alle Gesteinsbildungen haben nach ihrer ersten Entstehung mancherlei Umwandlungen erlitten, theils comprimirende, die Festigkeit erhöhende, theils zersetzende, auflockernde; ihr jetziger Zustand ist sehr gewöhnlich nicht ihr ursprünglicher, und bei einigen scheinen diese Umwandlungen — Metamorphosen — einen so hohen Grad erreicht zu haben, daß man den ursprünglichen Zustand kaum noch, oder doch nicht mehr sicher erkennen kann. Diese hat man vorzugsweise metamorphische Gesteine genannt, und rechnet dazu gewöhnlich die krystallinischen Schiefergesteine: Gneiß, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w.

Ist aber die Lehre von der Gesteinsmetamorphose überhaupt richtig, so sind diese krystallinischen Schiefergesteine nur die extremen Stadien gewisser Umwandlungsprocesse, während die vorausgehenden Stadien weit leichter und bestimmter als solche erkannt werden können. Einige Beispiele solcher nachweisbaren Umwandlungsreihen werden das Gesagte deutlicher machen.

Die neuesten Laven der Vulkane sind sehr oft, wenigstens an gewissen Stellen, porös durch zahlreiche Blasenräume, von denen sie durchzogen sind. Diese Blasenräume sind bei ihnen stets leer. In den älteren Laven und Eruptivgesteinen findet

man auch solche Blasenräume, in ihnen sind sie aber sehr häufig ausgefüllt durch Kalkspath, Zoolith, Chalcedon und dergl., welche offenbar erst später in die ursprünglich leeren Räume hinein kamen. Aus den blasigen Gesteinen sind dadurch sogenannte Mandelsteine geworden, ihre Grundmasse scheint dabei oft auch ein wenig verändert worden zu sein, indem sie die Bestandtheile für die Blasenausfüllungen abgab.

Ich sagte Ihnen schon, daß alle fossilen Kohlenlager wahrscheinlich aus Pflanzenanhäufungen entstanden sind. Sie pflegen aber von der gegenwärtigen Zusammensetzung der Pflanzen um so mehr abzuweichen, je älter sie sind, je dicker sie bedeckt, oder einer je höheren Temperatur sie ausgesetzt waren. Aus Torf oder anderen Pflanzenanhäufungen ist zunächst unter lange dauerndem starken Druck und bei etwas erhöhter Temperatur bituminöse Braunkohle geworden. Blieb diese sehr viel länger oder energischer ähnlichen Einwirkungen ausgesetzt, so entstand daraus durch theilweise oder gänzliche Verflüchtigung des Bitumengehaltes: Steinkohle, Anthracit und endlich wohl Graphit. Das ist aber zugleich auch die gewöhnliche Altersreihe der Kohlenarten, welche somit völlig mit der Voraussetzung einer allmäligen Umwandlung übereinstimmt. Nur unter besonderen Umständen, die eine größere Energie der Wirkungen erwarten lassen, z. B. in der unmittelbaren Nähe durchsetzender Eruptivgesteine, sind diese Umwandlungen schneller erfolgt, und z. B. Braunkohlenlager theilweise in Steinkohlen oder in Anthracit umgewandelt.

Die Kalksteine, welche sich gegenwärtig gleichsam vor unseren Augen bilden, sind fast stets dicht oder erdig, nicht krystallinisch körnig. Diejenigen, welche zwischen die krystallinischen Schiefer- oder auch zwischen die ältesten Schichtgesteine eingeschlossen sind, pflegen dagegen krystallinisch körnig zu sein und allerlei krystallisirte Mineralien als accessorische Beimengung zu enthalten, welche den neueren Kalksteinen fehlen. Auch diese Unterschiede sind höchst wahrscheinlich Folgen lange dauernder Einwirkung der hohen Temperatur des Erdinnern unter starkem Druck. Es ist das um so wahrscheinlicher, da J. Hall durch Versuche nachgewiesen hat, daß man Kalksteinpulver (z. B. Kreide) in fest verschlossenem Raume schmelzen kann, ohne daß es seine Kohlensäure verliert, und daß dann bei langsamer Abkühlung

der geschmolzenen Masse aus ihr körniger Kalkstein entsteht. Auch bei den Kalksteinen ist übrigens zuweilen derselbe Fall wie bei den Kohlen eingetreten, auch ihre dichten Schichten sind in der unmittelbaren Nähe plutonischer Durchsetzungen krystallinisch körnig geworden.

Ich übergehe hier als noch sehr unsicher die verschiedenen Hypothesen, welche man über die Bildung der Dolomite und Gypse durch Umwandlungsprocesse aufgestellt hat.

Alle mechanischen Ablagerungen von Geschieben, Sand oder Schlamm pflegen zunächst nur lockere, unverbundene Aggregate zu bilden. Im Laufe der Zeit und besonders unter starkem Druck werden sie fest, und in den thonigen Schichten entwickelt sich Schiefertextur, der plastische Thon wird zu Schieferthon und endlich zu Thonschiefer.

Aus dem weiteren Fortschritt dieser Umwandlungen scheinen nun auch die krystallinischen Schiefer hervorgegangen zu sein; nicht etwa durch die locale und flüchtige Einwirkung des Contactes heißflüssig emporgestiegener Eruptivgesteine, sondern dadurch, daß die ältesten Ablagerungen von vielen neueren sehr mächtig bedeckt, tief in das Erdinnere hinabgerückt, lange Zeit einer sehr erhöhten Temperatur unter bedeutendem Druck ausgesetzt waren. Contact von großen Eruptivmassen mag auch in diesem Falle örtlich und auf geringe Ausdehnung Aehnliches bewirkt haben, ist aber sicher nicht die Ursache der Metamorphose großer Gesteinsgebiete. Diese Ansicht ist allerdings vorläufig nur eine Hypothese, aber es lassen sich zahlreiche und sehr gewichtige Gründe dafür anführen, die sich jedoch nicht füglich erörtern lassen, ohne viel specieller auf den Gegenstand einzugehen, als es hier meine Absicht sein kann. Nehmen Sie deshalb die Hypothese einstweilen als die unter den meisten Geologen jetzt herrschende Ansicht über die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine hin; bemerken will ich indessen, daß einige Wenige diese Gesteine für die Producte erster Erstarrung des Erdkörpers halten.

Sei dem wie ihm wolle, so viel bleibt gewiß, daß die Mehrzahl der Gesteine sich nicht mehr ganz in dem Zustande befindet, in welchem sie zuerst gebildet wurden, und diese Umwandlungen sind wesentlich zweifacher Natur. Durch Bedeckung wurden die lockeren Materialien fester und mancherlei reduciren-

den Einwirkungen ausgesetzt, durch Erhebung und Zerstörung des Bedeckenden wurden sie den zersetzenden, oxydirenden Wirkungen der Atmosphäre ausgesetzt, es traten Zustände der Verwitterung und der Zersetzung ein (Wackenbildungen), welche unter Umständen durch von unten aufsteigende und durchdringende Gasarten local noch wesentlich modificirt und befördert worden zu sein scheinen.

Außer den hier berührten Gesteinsbildungen und Umbildungen giebt es nun aber auch noch solche, die sich nicht streng der einen oder der anderen zurechnen lassen und die ich deshalb beiläufig noch berühren will. Dahin gehört die Bildung der Reibungsbreccien und Reibungsconglomerate, welche dadurch entstanden oder noch entstehen, daß aus der Tiefe emporgedrungene Eruptivgesteine die vorhandenen theilweise zertrümmerten und viele Bruchstücke von ihnen aufnahmen, denen ihre eigene Masse nun gleichsam nur als Bindemittel dient. Sie finden sich in der Regel nur an den Rändern der Eruptivgesteine. Dahin gehört ferner die Bildung der vulkanischen Tuffe. Das lockere, von den Kratern ausgeschleuderte Material (Schlacken und Asche) hat sich in ihnen gewöhnlich unter Mitwirkung des Wassers manchmal in Gestalt von Schlamm- oder Mojaströmen zu nach und nach immer fester zusammenkittenden Gesteinsbänken abgelagert, wie z. B. über den dadurch verschütteten Städten Pompeji und Herkulanum. Aehnlich gebildete Tuffablagerungen findet man seltener auch aus sehr alter vorhistorischer Zeit herrührend, als Porphyrtuff, Grünsteintuff u. s. w.

Endlich gehören dahin auch die Mineral- und Erzgänge, welche, aus oft sehr ungleichen Mineralverbindungen bestehend, sich in Spalten abgelagert haben, theils durch Niederschlag aus Solutionen, theils durch Sublimation oder Injection.

So ungleicher Art sind demnach die Bildungen der Gesteine, aus welchen die von uns bewohnte feste Erdkruste zusammengesetzt ist.

Fünfundzwanzigſter Brief.

Geſchichte der Organismen auf der Erde.

„Das zergliedernde Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache Richtung. Die eine iſt eine rein morphologiſche, und vorzugsweiſe der Naturbeſchreibung und Phyſiologie der Organismen zugewandt; ſie füllt durch untergegangene Bildungen die Lücken in der Reihe der jetzt noch lebenden aus. Die zweite Richtung iſt eine geognoſtiſche, welche die foſſilen Reſte in ihrem Verhältniß zu dem Aufeinanderliegen und relativen Alter der Sedimentformationen betrachtet. Lange iſt die erſtere die vorherrſchende geweſen, und eine zu unvollſtändige und oberflächliche Vergleichung der Verſteinerungen mit den jetzt exiſtirenden Arten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wunderſamſten Benennungen gewiſſer Naturkörper zu entdecken ſind. Man wollte in allen untergegangenen Arten die lebenden erkennen, wie nach falſchen Analogien man im 16. Jahrhundert die Thiere des alten und neuen Continents mit einander verwechſelte.

v. Humboldt S. 285.

Wir kennen die Geſchichte des organiſchen Lebens nur aus den Verſteinerungen, dieſen Ueberreſten oder Spuren organiſcher Weſen, die ſich vielfach im Innern der feſten Erdkruſte, namentlich in den Schichtgeſteinen vorfinden. Dieſe Ueberreſte ſind theils bloße Abdrücke der Form, theils iſt die urſprüngliche organiſche Subſtanz mit erhaltener Textur in eine mineraliſche umgewandelt, oder vielmehr durch eine mineraliſche erſetzt, theils iſt ſogar die organiſche Subſtanz ſelbſt noch mehr oder weniger vollſtändig vorhanden, wie z. B. bei den Inſecten im Bernſtein und bei dieſem ſelbſt. Gewöhnlich aber ſind nur gewiſſe beſonders feſte Theile der vorweltlichen Pflanzen und Thiere erhalten oder abgeformt, z. B. Holz, feſte Rinden und Blätter, Korallengehäuſe, Muſchelſchalen, Fiſchſchuppen, Knochen oder Zähne. Aus dieſen Theilen hat man verſucht, ganze Individuen zu conſtruiren, was aber bis jetzt nur bei einigen dieſer Ueberreſte befriedigend gelungen iſt. Doch hat ſich dabei wenigſtens ſo viel als ſicher herausgeſtellt, daß die meiſten derſelben jetzt nicht mehr lebend exiſtiren, ſondern ausgeſtorbene Arten bilden, die oft ſehr ſtark von allen lebenden Formen abweichen. Es gehören aber ferner dieſe ausgeſtorbenen Arten keineswegs einer einzigen Schöpfungsperiode, einer einzigen ſogenannten Vorwelt an, ſondern ſie rühren vielmehr aus ſehr ver-

schiedenen Perioden her, deren Organismen zum Theil eben so sehr unter einander abweichen, als von denen der jetzigen Schöpfung. Die Abweichungen von den jetzigen Formen werden um so größer, in je älteren Schichten sich die organischen Ueberreste finden, und dazu ergiebt sich zugleich als ein sehr allgemeines Gesetz, daß in den älteren Gesteinsschichten die höheren Thier- und Pflanzenformen immer mehr und mehr verschwinden, die Säugethiere schon im Jura oder Keuper, die Vögel im bunten Sandstein, die Reptilien mit geringen Ausnahmen im Zechstein, die Fische in der Grauwacke. Es ergiebt sich daraus also eine allmälige Entwickelungsreihe der organischen Formen, welche zugleich auf einen Anfangspunkt, auf eine Zeit schließen läßt, in welcher überhaupt noch keine Organismen auf der Erde lebten. Das ist aber Alles ganz in Uebereinstimmung mit der Bildungsweise des Erdkörpers, wie wir sie auch aus seiner unorganischen Zusammensetzung zu schließen berechtigt sind.

Die Verzeichnisse der Versteinerungen in den Schichtgesteinen lehren uns, daß die Entstehung organischer Wesen nicht ein momentaner, sondern ein durch alle geologische Perioden hindurch fortdauernder Proceß war, daß jede geologische Epoche durch ihre besonderen Geschöpfe charakterisirt wird, von denen nur einzelne aus einem Zeitabschnitt in den anderen hineinragen. Durch den Wechsel der äußeren Lebensbedingungen veranlaßt, sind immer neue Geschöpfe entstanden, vorhandene ausgestorben. Auf eine Fortdauer dieses Entstehens neuer und Verschwindens alter Organismen, wenn auch in geringerem Maße, deutet noch jetzt Vieles hin. Hat man auch in historischer Zeit noch nicht mit Bestimmtheit neue organische Species entstehen sehen, was bei den niederen Formen überhaupt schwer zu erweisen sein würde, auch wenn es vorgekommen wäre, weil man nie sicher wissen könnte, ob sie nicht blos früher übersehen worden waren; so ist es doch gewiß, daß viele Thierarten, seitdem der Mensch existirt, theils örtlich, theils überhaupt ausgestorben sind, weil ihnen die äußeren Lebensbedingungen nicht mehr zusagten, weil sie zu viele Feinde fanden, oder weil die Arten sterblich sind wie die Individuen. In Deutschland sind z. B. aus der

Reihe seiner früheren Bewohner verschwunden das Rennthier, der Auerochs, der Bär und so ziemlich auch der Luchs und der Wolf. Seit 300 Jahren gänzlich aus dem Verzeichnisse der lebenden Wesen gelöscht scheint mit Sicherheit die Vogelgattung Dodo oder Dudu, welche zuletzt noch auf Isle de France lebte, und von welcher Sie hier eine aus den einzelnen Ueberresten ergänzte Darstellung erblicken.

Außer diesem Dudu sind neuerlich noch mehrere erst in historischer Zeit ausgestorbene Vogel- und selbst Säugethierarten nachgewiesen worden, so die Dronte (Didus ineptus) auf der Insel Mauritius, der 45 Pfund schwere Didus solitarius, ein Vogel auf Rodriguez, die Stellerische Seekuh (Rhytina Stelleri) an der Behringsinsel, der Riesenhirsch (Cervus megaceros) in Irland, vier Riesenvögel auf Neu-Seeland (Diornis didiformis, curtus, giganteus und casuarinus), von deren einigen zwar noch wenige lebende Exemplare vorhanden zu sein scheinen, die jedoch offenbar alle ihrem gänzlichen Erlöschen entgegen gehen, wie manche Papagei- und Taubenarten. Das Aussterben von Species in

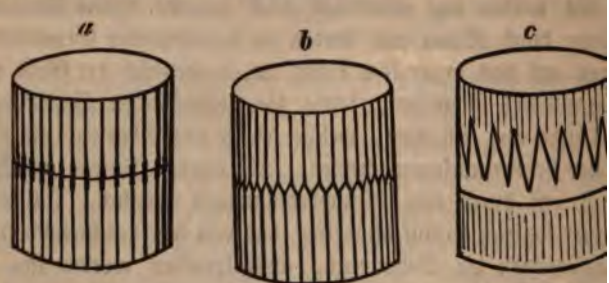
vorhistorischer wie in historischer Zeit ist jedenfalls eine Thatsache; ob lediglich ungünstige Lebensbedingungen die Ursache davon waren, ist dagegen noch die Frage, man hat vielmehr die Vermuthung ausgesprochen, daß den Arten eben so nur eine bestimmte Lebensdauer zukomme, wie den Individuen, über die hinaus ihre Fortpflanzung nicht mehr stattfinde.

Alle organischen Wesen bedürfen gegenwärtig zu ihrer Existenz außer den allgemeinen Anziehungsverhältnissen des Erdkörpers — der Schwere — und außer den noch wenig erkannten elektrischen Einwirkungen, einen gewissen mäßigen Wärmegrad ihres Aufenthaltsortes, welcher + 60° unserer hunderttheiligen Thermometerscala im Allgemeinen nicht übersteigen und nicht unter 50° herabsinken darf; ferner bedürfen sie Luft und Wasser, so wie die meisten auch Licht und Erde, d. h. einen festen Boden zum Einwurzeln oder Betreten. Aehnliche Bedingungen, welche an die vier Elemente des Empedokles erinnern, werden für organische Geschöpfe unserer Erde jederzeit nöthig gewesen sein; erst mit ihrem Eintreten sind Pflanzen und Thiere entstanden, und mit dem Wechsel der Natur und des Zustandes dieser Lebenselemente haben sich auch die Organe und äußeren Formen der Geschöpfe verändern müssen, so wie noch gegenwärtig durch gewisse Veränderungen derselben allmälig und nicht durch generatio aequivoca, sondern durch gewöhnliche Fortpflanzung gewisse beschränkte Abweichungen der vorhandenen Thier- und Pflanzenformen (Racen, Abarten) erzeugt werden.

Es wirken jetzt allerdings noch manche andere Umstände als jene durch Klima und Boden zu bezeichnenden Grundbedingungen auf das organische Leben ein, namentlich der Geist und die Hand des Menschen, sowie die gegenseitigen Beziehungen der Thiere und Pflanzen, welche jedoch nur Abarten, nie neue Species hervorzubringen scheinen. Ihr eigenes Dasein und Wirken ist erst durch jene Grundbedingungen möglich. Ich muß Sie hier sogleich darauf hinweisen, daß von sehr beachtenswerthen Naturforschern die Behauptung ausgesprochen worden ist, die Mannichfaltigkeit und der Wechsel der organischen Formen auf der Erde sei überhaupt nicht durch Entstehen ganz neuer Arten bedingt, sondern nur durch eine immer mannichfaltigere und höhere Entwickelung der ursprünglich entstandenen. Nach dieser Ansicht

sind im Laufe unermeßlicher Zeiträume aus einer organi
Form, den jedesmaligen äußeren Verhältnissen entsprechend,
anderen hervorgegangen, und wir haben darnach auch den
schen als die höchste Entwickelungsstufe eines ersten organi
Keimes zu betrachten. Es hat diese allerdings hypothe
Erklärung der Mannichfaltigkeit in der organischen Natu
Manches für sich, zumal wenn wir die in dem kurzen mensch
Beobachtungszeitraum stattgehabten Umbildungen mancher Fo
gehörig würdigen und dabei berücksichtigen, daß dieser Zeit
gegen die Entwickelungsgeschichte der Erde in der That
schwindend klein ist. Jedenfalls sind wir berechtigt, aus
Natur versteinerter Organismen auf vorweltliche örtliche un
gemeine Zustände des Klimas und der Bodenoberfläche zu
ßen, wobei uns die Kenntniß der gegenwärtigen klimat
Verschiedenheiten der Erdoberfläche und ihrer Bewohner
großem Nutzen ist. Höchst interessant ist es deshalb, das
treten, die Dauer und das Verschwinden einiger besonders
tiger Thier- und Pflanzengattungen oder Familien durc
ganze Reihe der Flötzformationen hindurch zu verfolgen.

Die Familie der Equisetaceen, dieser durch unsere S
halme vertretenen Pflanzen, aus welcher bereits über 150
Arten bekannt sind, geht durch die ganze Reihe der Flötzf
tionen von den ältesten bis zu den jüngsten hindurch; sie b
demnach seit den ersten Stadien der Schöpfung organischer
sen, aber sie zerfällt in drei auf einander folgende Abtheilu



welche für drei große Perioden bezeichnend sind, und gerad
ser Plasticität der Grundform ist es wahrscheinlich zuzuschr
daß sie alle Perioden durchdauern konnte, während weniger

giebige Thier- und Pflanzenformen oft nur auf einzelne Gruppen oder Formationen beschränkt sind. Die älteste Periode der Equisetaceen, bis zur Steinkohlenformation herauf, ist bezeichnet durch baumförmige Calamiten, deren Längsrippen über die Abgliederung sich fortsetzen, so daß die letztere kein Zickzack bildet (a). Die zweite Periode, von der Kohlenformation bis zum bunten Sandstein, enthält ebenfalls baumförmige Calamiten, aber mit an der Gliederung absetzenden und meist abwechselnd stehenden Rippen, wodurch die Gliederungslinie gewöhnlich ein Zickzack wird (b).

Die dritte Periode endlich, vom bunten Sandstein bis zur gegenwärtigen Zeit, zeigt uns außer kleinen Calamiten den lebenden Equiseten sehr ähnliche Pflanzen mit sogenannten Blattscheiden an den Abgliederungen (c), von denen im Kohlengebirge nur Spuren vorkommen. Doch muß ich Ihnen bemerken, daß jener Mangel an Blattscheiden bei den älteren Calamiten wahrscheinlich dadurch zu erklären ist, daß sie oft nur Ausgüsse des inneren hohlen Raumes baumförmiger Equisetaceen darstellen. Dabei ist die innere Structur jener ältesten Equisetaceen — eines Theiles der Calamiten — von der der heutigen ziemlich abweichend, obwohl darauf zurückführbar. Ihr wahrscheinlich holziger Stamm ist aus radialen Lamellen zusammengesetzt und von einzelnen Längencanälen durchbohrt.

Die Lycopodien, welche ebenfalls in den ältesten Schichten schon vertreten sind, spielten namentlich in den Wäldern der Steinkohlenbildungszeit eine sehr wichtige Rolle, da sie baumförmig als Lepidodendra (Lycopodites, Knorria und Sagenaria) in großer Zahl und Mannichfaltigkeit auftraten, während sie später und bis jetzt nur als schwache Ranken am Boden umher krochen. Es sind über 200 fossile Arten unterschieden worden.

Diese Wälder der Steinkohlenperiode, von denen Unger in seinen vorweltlichen Vegetationsansichten zwei prachtvolle Skizzen lieferte, müssen noch den eigenthümlichen unheimlichen Zauber lautloser Stille und Unbelebtheit gehabt haben. Kein Raubthier lauerte hinter den Stämmen, kein Pflanzenfresser schwelgte in der Fülle des Laubes, kein bunter Vogel wiegte sich auf den Zweigen, kein giftiges Reptil kroch auf dem sumpfi-

gen Boden, der höchstens von einzelnen stummen Süßwassermuscheln bewohnt war, nur sehr wenige Insecten lebten auf den meist blüthenlosen Gewächsen.

Eine baumförmige Farre.

Keine andere Pflanzenfamilie kommt so häufig und in so mannichfacher Form versteinert vor als die Farren (man kennt schon über 600 fossile Arten), woran nicht etwa blos das schwer zerstörbare Wesen ihrer Substanz, sondern offenbar auch das wirkliche Vorherrschen kryptogamischer Gewächse in der Vorwelt Schuld ist. Von der Grauwacke bis zum Rothliegenden herauf sind es große, zum Theil baumförmige Farrenkräuter, welche uns durch oft sehr zierliche Formen überraschen; es finden sich davon nicht nur Abdrücke der Stämme (Protopteris und Caulopteris) und Blätter (Pecopteris, Sphänopteris, Neuropteris u. s. w.) in großer Zahl, sondern auch Stammtheile mit wohl

a. Sphaenopteris. b. Neuropteris. c. Pecopteris (eine seltene Art).

erhaltener innerer Structur (Tubicaulis, Psaronius, Porosus). In späteren Formationen werden die Farren nicht nur kleiner, sondern auch seltener, bis sie auf diese Weise den Verhältnissen der lebenden Flora sich anschließen.

Hier reihen sich nun noch einige vorweltliche Pflanzenformen an, welche nur älteren Perioden angehören, und deren verwandtschaftliches Verhältniß zu lebenden Pflanzen noch nicht hinreichend festgestellt ist; dahin gehören die quirlblätterigen Asterophylliten, die Stigmarien und Sigillarien, welche wahrscheinlich als Wurzeln und Stämme zu einander gehören. Von diesen problematischen Pflanzen kennt man gegen 150 fossile Arten.

Aus der Klasse der monokotyledonen Pflanzen, welche in der Grauwacke noch zu fehlen scheinen, werden bis zur Kreide herauf nur wenig, d. h. überhaupt unter und über der Kreide etwa 230 Arten, gefunden, von denen einige 50 zu den Palmen gehören.

Die Cycadeen werden durch etwas über 170 fossile Arten vertreten, welche besonders den Gattungen Cycatites, Zamites, Pterophyllum und Nilsonia, vielleicht auch Medullosa

angehören, die sich von der Kohlenformation an, am häufigsten aber in der Jura- und Kreidegruppe finden.

Die Nadelholzbäume (Coniferen u. dergl.) beginnen in der Kohlengruppe, documentiren sich vielfach durch deutliche Holztheile, Zapfen und Nadeln aus den Gattungen Pinites, Abietites, Araucarites, Voltzia, Juniperites, Cupressites, Thuites, Taxites u. s. w., aus denen etwa 270 fossile Arten bekannt sind, und reichen ununterbrochen bis zur lebenden Schöpfung herauf.

Von den angiospermen Dikotyledonen dagegen sind die frühesten Ueberreste mit Bestimmtheit erst in der Kreidegruppe bemerkt worden, wo die sogleich wieder erlöschende Gattung Credneria mit ihren dicken Randrippen sie auf eine besonders auffallende Weise repräsentiren hilft. Die Zahl dieser bis jetzt bekannten, zum Theil aber noch sehr unsicheren fossilen Arten beläuft sich auf etwa 650.

Im Ganzen kennt man etwa 2800 fossile Pflanzenspecies, während gegen 30000 fossile Thierarten bekannt sind.

Unger hat in seiner Geschichte der Pflanzenwelt über die Vertheilung der größeren Abtheilungen und der ihnen angehörigen Arten nachstehende Tabelle entworfen, aus welcher sich recht deutlich numerisch ergiebt, wie die größere Mannichfaltigkeit und die höhere Organisation der Pflanzenwelt von den ältesten gegen die neueren Formationen hin immer mehr zunimmt, ihr Maximum aber ganz entschieden erst in der Jetztzeit erreicht hat.

	Grauwacken-Periode.		Steinkohlen- und Zechstein-Periode.			Trias-Periode.			Jura-Periode.			Kreide-Periode.			Molasse-Periode.					Jetztzeit.
	Untere Grauwacke	Obere Grauwacke	Steinkohlen	Rothliegendes	Zechstein	Buntsandstein	Muschelkalk	Keuper	Lias	Jura	Wealden	Neocom	Quader	Kreide	Eocen	Miocen	Pliocen	Diluvium.	Unbestimmt.	
Thallopoda	—	7	8	—	4	—	1	3	19	42	1	2	22	2	81	36	—	2	1	
(amphygene Kryptogamen)	7		12			4			62			46			117			2	1	8394
Acrobrya	—	72	605	72	8	21	1	57	54	68	36	—	18	—	12	31	—	—	—	
(acrogene Kryptogamen)	72		685			79			158			18			43					4139
Amphibrya	—	—	20	—	—	7	—	2	19	3	1	4	8	—	64	41	5	—	11	
(Monokotyledonen)	—		20			9			23			12			110				11	13952
Gymnospermae	—	8	43	15	4	9	2	10	72	63	26	2	37	—	34	121	3	1	12	
(gymnosperme Dikotyled.)	8		62			21			161			39			158			1	12	356
Angiosperme Dikotyledonen: Apetalae												—	29	2	80	126	11	—	—	
													31			217			—	4866
Gamopetalae															43	37	—	—		
																80				28258
Dialypetalae												—	4	—	186	165	10	—	—	
													4			361				32697
Plantae incertae sedis			60	—	—	—	3	1	6	5	6	—	31	—	58	42	5	—	3	
				60			4			17			31			105			3	
Summa	87		839			117			421			181			*1191*			*3*	*27*	92662

Zu berücksichtigen ist bei einer solchen Uebersicht nun freilich, daß sie stets nur den augenblicklichen Zustand unserer Kenntniß (hier vom Jahr 1852) darstellen kann, daß viele Pflanzenabtheilungen sich ihrer Natur nach nicht zur Versteinerung eigneten, wie die meisten Pilze, und daß die rein marinen Ablagerungen immer nur wenig Pflanzenreste enthalten können. Durch alle diese Umstände erklären sich viele scheinbar vorhandene Sprünge und Lücken in der allgemeinen Entwickelungsreihe dieser Organismen.

Wenden wir uns nun den Thieren zu.

Die deutlichen Schalen von Infusorien, diesen kleinsten der bekannten lebenden Wesen, hat man bis jetzt nur in ziemlich neuen Schichten und bis zur Kreide abwärts aufgefunden. Diese neuen Schichten aber bestehen zuweilen fast ihrer ganzen Masse nach daraus, und der scheinbare Mangel in älteren Schichten ist vielleicht nur dadurch bedingt, daß die Formen unkenntlich geworden sind. Man kennt durch Ehrenbergs rastlose Bemühungen schon über 800 fossile Infusorienarten.

Die ebenfalls meist sehr kleinen Polythalamien oder Foraminiferen, von denen über 900 Arten als fossil bekannt sind, zeigen sich am häufigsten in der Kreide (die weiße Kreide besteht fast nur daraus) und in den Schichten zunächst darüber, die zuweilen fast ganz aus Nummuliten (Bonifaciuspfennigen) zusammengesetzt sind.

Korallen treten schon in den ältesten Schichten sehr zahlreich auf; die dort besonders vorherrschenden Gattungen sterben jedoch zum Theil bald wieder aus; z. B. Catenipora (die Kettenkoralle) und Syringopora (Halysites und Harmodytes) reichen höchstens bis in den Kohlenkalkstein, Calamopora bis zum Zechstein, in welchem Gorgonia vorherrscht, und Cyathophyllum (die Becherkoralle) bis zur Juragruppe. Neue Gattungen treten hierauf besonders im Jurakalk auf, z. B. die sehr häufigen: Scyphia, Tragos, Achilleum, Manon und die Sternkorallen (Astrea), welche bis heute fortbestehen, sowie die schnell wieder erloschenen Cnemidien. Bis zur Kreide, und in dieser den Culminationspunkt erlangend, reicht Siphonia. Die Ventriculiten und die sonderbaren Hippuriten, welche L. v. Buch den Korallen, andere Naturforscher aber den zweischaligen Muscheln

Apiocrinites rotundus.

zurechnen, kommen nur in der Kreidegruppe vor. Im Ganzen kennt man jetzt etwa 3800 fossile Korallenarten.

Die überaus zierlichen Gestalten der Meerlilien oder Crinoideen (Stylasteriden) gehören fast gänzlich der Vorwelt an und erlöschen schon in der Kreide fast völlig. Man kennt davon gegen 350 Arten. Einige Gattungen derselben herrschen in der ältesten Periode vor, wie Cyathocrinites, Rhodocrinites und Actinocrinites. Die Encriniten sind auf den Muschelkalk beschränkt, andere beginnen in der Jurazeit, z. B. Apiocrinites, Pentacrinites, und reichen, wie erwähnt, höchstens bis zur Kreide, welcher die Marsupiten ausschließlich angehören.

Weit später als die Crinoideen beginnen andere Familien der Radiarien, und zwar die freien Seesterne — diese Orden der Vorwelt — in der Triasgruppe, die Echiniten oder See-Igel wesentlich erst im Jura, während einzelne allerdings schon im Kohlenkalkstein gefunden werden. Mehre Gattungen derselben reichen bis in die lebende Schöpfung (z. B. Comatula, Asterias, Ophiura, Cidaris, Echinus, Clypeaster, Spatangus), andere sind bald wieder ausgestorben (Galerites, Nucleolites, Ananchytes). Im Ganzen sind etwa 1000 fossile Arten bekannt.

Cidarites clavigera.

Die Brachiopoden, diese gewissermaßen aus 2 symmetrisch verwachsenen

Individuen bestehenden Thiere, gehören zu den am meisten in der ganzen Flötzreihe verbreiteten Muscheln, während sie lebend nur noch durch ein paar Arten vertreten werden. Da nun ihre Gestalt zugleich sehr mannichfach ist, was eben die Ausdauer der Familie durch alle Perioden möglich gemacht hat, so dienen sie als ganz besonders brauchbare Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen, wozu jedoch ein ziemlich genaues Studium derselben gehört. In den ältesten Formationen herrschen besonders die Gattungen: Spirifer, Orthis und Productus vor, welche, stets abnehmend an Zahl, bis in die Triasgrnppe reichen, während die Gattung Terebratula, ebenfalls in der Grauwacke beginnend und bis in unsre Meere reichend, im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Entwickelung erlangt. Dabei glaubt L. v. Buch als eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit angeben zu können, daß bei den Brachiopoden der älteren Zeit die dickste Stelle der Muschel nach dem Schlosse zu, bei den mittleren in der Mitte, bei den jüngsten endlich nach dem äußeren Rande zu liege. Die Gattung Lingula, in der Grauwackenzeit beginnend, existirt noch lebend, Crania und Anomia finden sich jedoch nur versteinert, erstere gehört nur der Kreidezeit, letztere der Molasse zu. Man kennt etwa 1000 fossile Brachiopodenarten, wovon über 400 allein der Gattung Terebratula angehören.

Die übrigen zweischaligen Muscheln (gegen 5000 fossile Arten) beginnen vorzüglich erst von der Triasgruppe an recht herrschend zu werden, in den älteren Schichten kommen sie verhältnißmäßig nur sparsam vor (Conocardium, Posidonomya u. s. w.). Die Gattungen Myophoria, Avicula und Plagiostoma erreichen ihr Maximum im Muschelkalk; Pecten, Gryphäa, Ostrea, Lyriodon (Vertreter von Myophoria) und Pholadomya in der Juragruppe; Exogyra, Inoceramus, Pinna, Lima (als Vertreter von Plagiostoma) und Spondylus in der Kreidezeit; Arca, Dreisena, Panopäa, Crassatella, Solen und Pectunculus meist erst in der Molasse oder noch später.

Die einschaligen Mollusken oder Schnecken (mit 6 bis 7000 fossilen Arten), welche erst in der Molasse recht häufig, nach Zahl der Gattungen, Arten und Individuen häufiger als die zweischaligen, werden, finden sich zwar auch schon in älteren Schichten, da aber gewöhnlich nur als Steinkerne, d. h.

Ausgußformen der inneren Hohlräume, bei denen die sichere Unterscheidung der Genera und noch mehr der Arten oft sehr schwer fällt.

Weit leichter zu unterscheiden sind die sonderbaren Formen der sehr verbreiteten und durch ihr ganzes Auftreten geologisch höchst wichtigen Cephalopoden, welche im Allgemeinen in der Vorwelt eine viel bedeutendere Rolle gespielt haben als jetzt.

Sie bilden ähnlich wie die Equisetaceen und Brachiopoden wahre historische Reihen. Die erste dieser Reihen ist die der Orthoceratiten, Belemniten und Sepien. Die Orthoceratiten nämlich, von denen man über 150 Arten kennt, sind lediglich auf die ältesten Zeiten bis zum Zechstein beschränkt, dann tritt eine lange Periode ein, aus welcher beinah keine geradschaligen Cephalopoden bekannt sind. In der Juragruppe versucht eine ähnliche Gattung zuerst wieder ihr Glück; die Belemniten treten nämlich plötzlich mit großer Zahl der Individuen und Arten (98) auf, aber bald genug sind auch ihnen die Umstände nicht mehr behaglich gewesen, denn schon in der Kreide verschwinden sie gänzlich; später wird keine Spur mehr davon gefunden. Um Ihnen einen ungefähren Begriff von diesen sonderbaren Thieren zu geben, zeichne ich Ihnen hier ein ideal ergänztes Exemplar an den Rand. Im fossilen Zustande findet man von diesem Thiere in der Regel nur die beiden inneren ineinander steckenden Kegel, deren innerer eine gekammerte Schale ist, welche von einer faserigen Scheide als Hülle umgeben wird. Diese fossilen Hüllen pflegt man in einigen Gegenden „Teufelsfinger" zu nennen. Gegenwärtig leben aus dieser Reihe nur noch die entfernt verwandten Sepien oder Tintenfische, von denen Spuren (etwa 130 fossile Arten) allerdings

bis in die Juragruppe hinab reichen. Hat man doch sogar den Tintenbeutel derselben in den Schichten des Lias noch so wohl erhalten vorgefunden, daß sich die Zeichnung des Thieres mit dieser uralten Sepia entwerfen ließ.

Eine zweite Cephalopodenreihe bilden die Ammonshörner, welche, von der Grauwacke beginnend, bis zu den oberen Kreideschichten ausdauern. Die erste Stufe dieser Reihe bilden die Goniatiten (gegen 200 fossile Arten), deren Kammerwände am Rande einfach ausgezackt sind. Auf sie folgen nach Ueberspringung mehrer Formationen, in welchen fast alle Cephalopoden fehlen, die beinah auf den Muschelkalk beschränkten wenigen Ceratiten oder Ammoniten mit am Rande wellenformig gebuchteten und etwas gezähnten Kammerwänden. Endlich schließt die Reihe mit den wahren, durch vielfach lobirte Kammerwandränder ausgezeichnete Ammoniten, welche in der Jurazeit allein, durch mehr als 300 Arten vertreten, ihr Maximum erreichen, in der Kreide aber, wo man noch etwa 200 Arten fand, schon selten werden, in allerhand Krüppelformen ausarten und ganz aussterben. Diese verhältnißmäßig kurze Dauer einer so überaus mannichfach entwickelten, so zahl- und artenreichen Gattung ist wirklich sehr auffallend und wird es noch mehr durch das ganz ähnliche Schicksal der Belemniten, der Crinoideen und der meisten Saurier. Offenbar deuten diese Umstände sehr eigenthümliche Lebensbedingungen für die Jurazeit an; zugleich erscheinen aber auch diese Cephalopoden fast wie mißlungene Versuche, sehr poetische, aber unpraktische Gedanken der Natur; denn nachdem die Orthoceratiten, Gonia-

Ceradites nodosus.

Ammonites Elisabethae.

titen und Ceratiten bereits aufgegeben sind, entwickelt sie doch noch einmal ihre mächtige Schöpferkraft, indem sie sehr plötzlich nach einander mehr als 500 verschiedene Ammoniten- und Belemnitenarten entstehen läßt, welche eine Zeit lang örtlich fast die vorherrschenden Bewohner des Meeres gewesen zu sein scheinen, dann aber, nachdem sie noch in einige krüppelhafte Zweiggattungen (Baculiten, Scaphiten, Turriliten, Hamiten) ausgeartet sind, wieder spurlos aus der organischen Schöpfung verschwinden.

Den verschiedenen äußeren Lebensbedingungen weit fügsamer scheinen die den Ammoniten sehr ähnlichen Nautilen mit ihren glatten Kammerwänden und ihrer durch die Mitte derselben verlaufenden Nervröhre gewesen zu sein, welche, von der Grauwackenzeit, besonders mit der ausgestorbenen Gattung der Clymenien (gegen 50 Arten) beginnend, noch jetzt, wenn auch als eine an die längst begrabene Vorwelt erinnernde Seltenheit der tropischen Meere, fortleben. Man kennt etwa 150 fossile und nur 2 lebende Nautilen-Arten, überhaupt aber über 1500 fossile Cephalopoden.

Clymenia inaequistriata.

Aus der Klasse der Crustaceen finden sich im Ganzen nur wenige deutliche Ueberreste in der Reihe der Flötzformation, darunter befindet sich aber die höchst interessante Familie der Trilobiten, welche, auf die ältesten Formationen beschränkt, seit der Steinkohlenzeit nicht mehr lebend existirt haben. Diese wunderbaren Thiere können mit keiner lebenden Form genau verglichen werden, und ihre sehr zusammengesetzten Augen sind in unserer Schöpfungsgeschichte die ältesten zuverlässigen Zeugen der Anwesenheit des Lichtes. Wie

Calymene Blumenbachii.

häufig sie einst waren, lehrt schon die über 500 betragende Zahl der bekannten Arten.

Von der Steinkohlenformation an findet man schon Scorpionen und Krebsen ähnliche Thiere, welche sich mit lebenden Gattungen zum Theil sehr gut vergleichen lassen, obwohl die Arten natürlich noch nicht übereinstimmen. Die Gesammtzahl der fossil bekannten Crustaceenarten beträgt jetzt etwa 900.

Spuren von Insecten hat man an den Pflanzenabdrücken der Steinkohlenformation gefunden, Thierkörper derselben aber bis jetzt erst in der Juragruppe und den jüngeren Formationen, namentlich Libellen und Käfer. Die meisten und besterhaltenen enthält der Bernstein der Braunkohlenformation. Durch die große Zahl der in ihm und in den Süßwasserablagerungen von Oeningen und Radeby aufgefundenen ist die Zahl der fossil bekannten Insectenarten auf beinahe 2000 gestiegen.

Die große Klasse der Fische, aus der man schon über 1300 fossile Arten kennt, von denen nur etwa 2 oder 3 noch

Pterichthys.

lebend existiren, hat Agassiz in 4 Ordnungen zerfällt, von denen zwei, die Ganoiden und Placoiden, von der Grauwackengruppe beginnend, bis zur Jetztwelt reichen, während zwei andere, die Ctenoiden und Cycloiden, zuerst in der Kreide beobachtet werden. Diese schwimmenden Thiere der Vorwelt erscheinen sämmtlich den verschiedenen Medien, in welchen sie zu leben bestimmt waren, genau angepaßt; so sehen wir die ältesten Fische mit dicken festen Platten bedeckt, ohne Zweifel um den Erschütterungen jener Zeiträume widerstehen zu können. Eine der wunderbarsten dieser ausgestorbenen Thierformen ist die des Pterichthys, die ich Ihnen als ein Beispiel sonderbarer Naturlaune hier vorführen wollte. In der Folge legten die Fische diese harte Hülle mehr und mehr ab, vielleicht weil die verhältnißmäßige Ruhe eine solche Rüstung unnöthig machte.

Die ersten wirklichen Ueberreste von Reptilien, von denen gegen 400 fossile Arten bekannt sind, fand man neuerlich in der Grauwacke Nordamerikas; das ist aber ein noch ganz vereinzelter Fall. Fußeindrücke, Fährten von Sauriern sind in der Kohlegruppe mehrfach beobachtet worden. Den Proterosaurus, eine Landeidechse, kennt man schon lange im Zechstein, aber nur in diesem. Dann folgen in der Triasgruppe Notosaurus, Dracosaurus, Phytosaurus u. s. w., in der Juragruppe Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Teleosaurus u. s. w., in der Kreidegruppe Mosasaurus, Iguanodon, Hyläosaurus u. s. w., welche Genera größtentheils nach kurzem Bestehen wieder verschwunden sind. Etwas sehr Eigenthümliches ist das drachenartige, geflügelte Thier, der Pterodactylus, welcher nur im Jurakalk vorkommt (S. 185). Von den Sauriern hat Esquiros[16]) in einer Beschreibung des Pariser geologischen Kabinets eine so lebendige Schilderung entworfen, daß ich nicht umhin kann, Ihnen hier mehrere Stellen daraus mit kleinen Abänderungen mitzutheilen.

Die Mehrzahl dieser Saurier war bestimmt, das hohe Meer zu bewohnen: ihre Größe erscheint uns riesenhaft, ihr Leib war von einem knochigen Schuppenpanzer eingeschlossen, welcher zwei Platten, die eine für den Rücken, die andere für den Bauch, bildete. — Die Ausrüstung stand ganz im Verhältnisse mit ihrer Stärke. Ein solches Thier konnte nur in einer

Temperatur sich entwickeln und leben, welche jener der wärmsten Gegenden unserer heißen Zonen gleichkam — gleichwohl bewohnten diese Reptilien sogar unsere Gegenden, und selbst im Petschorabecken unter dem 65. Grade nördlicher Breite hat man ihre Ueberreste in großer Menge gefunden, welche nach Millionen Jahre langer Nacht aus ihrer Grabstätte unter Sand- und Kalksteinlagern hervorgezogen wurden. Wenn diese gewaltigen, von Menschenhand ausgegrabenen Thiere bei ihrer Wiederkehr auf die Oberfläche der Erde Empfindung und Leben hätten annehmen können — was würden sie wohl von unserm kalten Planeten gesagt haben? Aber solche Wesen hätten höchstens einen Augenblick zum Leben zurückkehren können, um sogleich von Neuem zu sterben.

Man muß demnach annehmen, daß im Laufe der Jahrtausende ungeheure Veränderungen auf unserer Erde vorgegangen sind, und das Leben in der Mannichfaltigkeit seiner Formen dieser allgemeinen Bewegung nur gefolgt ist. Unter den Thieren, welche dem stets wechselnden Einflusse der umgebenden Medien unterworfen waren, sind einige, deren Organisation jeder Veränderung unterlag; andere, von Natur plastischer organisirt, konnten sich den Veränderungen anpassen und mittelst einiger Concessionen in der Form, von einer Periode bis zur anderen erhalten, wie wir das bei den Brachiopoden und Cephalopoden gesehen haben. Sie gehören demnach eben so gut zu den alten, wie zu den neuen Bewohnern der Erde, deren Revolutionen sie überstanden haben, ohne ihre Existenz dabei einzubüßen.

Ich werde also versuchen Ihnen eine Vorstellung zu geben von dem Zustande, der höher organisirten lebenden Welt, von der Zeit an, in welcher die Reptilien häufig wurden, und lange gewissermaßen die Oberherrschaft auf der Erde führten. Sie sehen diesen Zustand auf dem nachfolgenden Holzschnitt etwas phantastisch versinnlicht, und werden leicht die wichtigsten Gestalten durch die Beschreibung heraus erkennen.

Ihre Aufeinanderfolge gleicht der Genealogie jener Despoten, die in alten Geschichten einander die Regierung eines Königreichs übergeben. Da ist zuerst der Ichthyosaurus, der sich auf der erschreckten Erde zeigt. Sein Auftreten muß

Thierscene aus der Jurazeit.

etwas Furchtbares, Fabelhaftes an sich gehabt haben; wie ein Riese des Oceans taucht er aus dem Abgrunde, worin die Ereignisse die erste Manifestation erschaffener Wesen verschlungen hatten. Was muß dieser Ichthyosaurus für ein Thier gewesen sein! Man muß dieses monströsen Reptiles Ueberreste sehen, um an seine Existenz zu glauben. Wie die Menschheit, so hat auch die Natur ihre fabelhaften Zeiten gehabt; fast scheint's, als ob sie sich in ihrer Kindheit darin gefallen habe, mit Erschaffung phantastischer Wesen ihr Spiel zu treiben. So bietet der Ichthyosaurus eine unerhörte Musterkarte entlehnter Formen dar — ein und dasselbe Individuum vereint in sich die Schnauze des Delphins, die Zähne des Krokodils, den Kopf der Eidechse, die Flossen eines Wallfisches und den Wirbelbau gewöhnlicher Fische. Was aber an diesem Thiere, bei welchem Alles außerordentlich war, am meisten in Erstaunen setzt, das ist sein enormes Auge: der Augapfel, der häufig größer als ein Menschenkopf ist, war eine Art angezündeter Laterne, die bei Nacht die Fluthen durchdrang. Dieses Ungeheuer, in einen langen mächtigen Schweif sich endend, lebte in einem Meere, das außer ihm von anderen Reptilien, Fischen und zahlreichen Mollusken bewohnt war; von Zeit zu Zeit kam es auf die Oberfläche der Wasser, um Luft zu schöpfen und einen Blick auf den Ocean zu werfen, dann tauchte es wieder unter, um auf Nahrung auszugehen. Sein Rachen muß eine mächtige Oeffnung gehabt haben und war überdies mit ganzen Reihen zahlreicher spitziger Zähne bewaffnet. Mit diesen furchtbaren Angriffsmitteln stand seine Gefräßigkeit im Verhältnisse.

Nicht zufrieden diese seit Jahrtausenden vergrabenen Thiere wieder an's Licht zu ziehen, ist die Wissenschaft sogar bis in ihre Eingeweide eingedrungen und hat in dem Bauche des Ichthyosaurus schlecht verdaute Ueberreste von Fischen und Reptilien gefuuden. Einige dieser Ichthyosaurier maßen häufig sogar im Innern der Bauchhöhle gegen 30 Fuß in der Länge. Der Ichthyosaurus war ohne Zweifel der größte Tyrann der Meeresbevölkerung und eine ihrer furchtbarsten Plagen: die Verheerung muß erstaunlich gewesen sein, wenn einer dieser hohen festgepanzerten Barone über das fliehende Heer seiner Vasallen herfiel. Sein schmaler Schädel, das große Auge und die weite Kluft der Kinnlade zeigt uns, daß sich die Natur in diesem

Zeitalter der Erde nicht ausschließlich auf die Zwischenordnung der Reptilien beschränkte, sondern ihnen auch Formen auferlegte, welche unserer Vorstellung gemäß dem Instincte dieser Thiere — wenn nicht etwa dem der Fleischfresser — nur wenig angepaßt waren. Diese kriegerischen Souveraine der Wasser scheinen blos in die Welt gerufen gewesen zu sein, um eine blinde mechanische Absorptionskraft darin auszuüben: ihr Werk war wahrscheinlich ein Nothwendigkeit, denn unter die Nothwendigkeit der Natur gehört auch die Zerstörung als eine Regierungsmaßregel. Das Fischgeschlecht scheint besonders in den ersten Zeiten mit einer erstaunlichen Zeugungskraft begabt gewesen zu sein; sein einsamer Zustand hatte ihm gestattet, sich unter der ruhigen Wasserfläche ganz unverhältnißmäßig zu vermehren. — Vielleicht um diese Meeresgeneration in den Grenzen zweckmäßigen Wachsthumes zu erhalten, oder durch diese reiche Nahrung begünstigt, entwickelte sich die Form der Ichthyosaurier mit ihrem enormen Appetite, ihren riesigen Vernichtungskräften.

Diesem Monstrum folgen andere, fast noch außerordentlichere Creaturen. Der Plesiosaurus rechtfertigt die Hydren, Drachen und alle anderen fabelhaften Thiere, mit denen die Heraldik ihre phantastische Welt bevölkert hat. Mit dem Kopfe der Eidechse und den Zähnen des Krokodils, mit dem Rumpfe und Schweife des Vierfüßlers, mit den Rippen des Chamäleons und den Finnen des Wallfisches — so haben wir den Plesiosaurus vor uns. Man begreift kaum, wie ein solches Thier nur leben konnte; und am meisten überrascht uns noch die unerwartete Länge seines Halses. Die Lebensweise dieses Reptils läßt sich aus diesen äußeren Charakterzügen ableiten: der Plesiosaurus bewohnte blos seichte Meere und Buchten und schwamm auf der Oberfläche des Wassers, indem er den schlanken, biegsamen Hals wie eine Schlange nach allen Seiten wendete, um seine Beute zu erhaschen. Welch' ein Anblick — dieses schwimmende Reptil an sich vorüberziehen zu sehen! Nichts von Allem, was heutzutage in der Natur existirt, erinnert auch nur entfernt an

ein solches Geschöpf; aber auch die Meere, die jenes erstaunliche Thier bargen, existiren nicht mehr.

Obwohl der Plesiosaurus in einzelnen Arten eine merkwürdige Größe und ein wunderbares Volumen — oder besser gesagt, gerade weil er solche erreichte — konnte er dem furchtbaren Umsturze, der die ältere Gestaltung der Welt verwischte, nicht widerstehen. Nach ihm kam der Mosasaurus, mit sehr starken Zähnen bewaffnet, die bei ihm bis in den Gaumen hinabreichten, und der Megalosaurus, eine Eidechse von der Größe eines Wallfisches, mit Zähnen gespickt, die vermöge ihrer mechanischen Anreihung sowohl mit dem Messer als mit dem Säbel und der Säge Aehnlichkeit haben. — Beide als Raubthiere und Verwüster des oceanischen Reiches. Auch dieser Megalosaurus scheint ein furchtbares Thier gewesen zu sein, ein Vandale des Oceans, ein monströser Attila, von der Natur in jenen Zeiten der Barbarei zur Vertilgung der dem Untergange geweihten Meeresgeschlechter gesendet! Beim Anblicke dieser unglaublichen Ueberreste, dieser gigantischen Waffen, dieser kolossalen Panzerrüstungen kann man sich kaum enthalten, an furchtbare Schlachten zwischen diesen Meeresschlangen zu denken, welche in denselben Wassern lebten, dieselbe Beute verfolgten und durch ihre Anzahl einander immer näher kamen. Welch ein Augenblick, wenn diese Schuppenmassen aufeinander trafen, wenn ihre zornigen Bewegungen das Meeresbecken mit Macht aufrührten!

Dieses bepanzerte Volk der Saurier nahm nicht allein das große Wasser ein, auch der Himmel war ihm zur Ausbreitung seiner Herrschaft angewiesen worden: fliegende Reptilien, die Merkmale des Vogels, der Eidechse und der Fledermaus in sich vereinigend, zogen zischend durch die Lüfte und nährten sich von Fischen und Insecten, auf die sie wie die Schwalben herabstürzten. Diese erstaunlichen Flügelthiere, deren Anblick uns erschrecken würde, wenn man sie heutzutage sähe, waren ohne Zweifel die Vorgänger der Vögel mit großen Flügeln, welche in der damaligen, mit kohlensaurem Gase überladenen Atmosphäre noch nicht hätten existiren können, nur Fährten straußartiger fand man in älteren Schichten. Die Natur zeigt in allen Perioden ihr Reich mit solchen Wesen bevölkert, welche den äußeren Lebensbedingungen stufenweise angepaßt sind.

Die Größe ihrer Augen hat manche Naturforscher zu dem Glauben veranlaßt, diese Pterodaktylen müßten Nachtraubthiere gewesen sein, und in einer Zeit, da die Fledermäuse noch nicht bestanden, als Meereswunder die Finsterniß durchfurcht haben. Wie aber auch ihre Lebensgewohnheit beschaffen sein mochte, so krönten sie jedenfalls würdig jene Wunderwelt von eigenthümlichen, heutzutage unmöglichen Thieren, wie sie dieses Zeitalter der Erde bezeichnen.

Wir müssen jedoch beim Anblicke dieser Urthiere jeden Gedanken an das Wunderbare und Monströse fern halten: sie waren für ihre damalige Welt gerade so natürlich, wie die jetzigen Thiere für die nunmehrige Periode. Je tiefer man in jene großen Epochen der Schöpfungsgeschichte eindringt, desto deutlicher sieht man, wie sich die Natur fortwährend in Harmonie mit sich selbst erhalten hat: dieselbe Erschütterung, welche durch Umgestaltung der Vertheilung zwischen Wasser und Land die Meeresbevölkerung erneuerte, führte in der Atmosphäre ähnliche Veränderungen mit sich, welche sodann die Landthiere wie die Pflanzen gleichermaßen umgestalteten — Alles schritt zu gleicher Zeit und nach gegenseitig solidarischen Gesetzen vorwärts. Wenn uns demnach diese Thiere der Jurazeit so sehr in Erstaunen setzen, so ist der Grund der, daß die Welt seit deren Untergange sich beträchtlich verändert hat, und daß wir für einen dauernden Zustand zu halten geneigt sind, was nur eine der vorübergehenden Phasen der Natur ist.

Wie war nun aber die Erde in jenem Zeitalter beschaffen? Wir haben so eben gesehen, daß die Reptilien vorherrschten; ihr Reich war das weite Meer. Einige waren ausschließlich Bewohner der großen Gewässer, andere Amphibien, wieder andere hielten sich an das Land und krochen um die von üppiger Vegetation bedeckten Savannen; auf dem Sande der Meeresbuchten, der Seen und Flüsse lagerten sich diese, während ihre Knochenrüstung in den heißen Strahlen der Sonne funkelte, wogegen jene im Schatten der großen Rohr- und Bambusdickichte, der Palmen und anderer hochstämmigen Monokotyledonen weichgebettet lagen.

Es ist nicht so schwer, als man glauben könnte, sich dieses Mittelalter der Erde zusammen zu construiren: die Geologie, obwohl erst seit gestern geboren, hat durch ihre Ausgrabungen zahlreiche Nachweise gesammelt; nicht blos einige versteinerte Individuen sind wieder an's Tageslicht gekommen — nein, auch die Eier der Reptilien, ihre Excremente sogar hat die Wissenschaft andächtig gesammelt, auch durch ihre Fußspuren haben sich gewisse Thiere, die man jetzt nicht mehr findet, sowie die Lebensweise derjenigen geoffenbart, die sich in tief bedeckten Erdschichten erhalten haben. Beachten Sie in der oberen Grauwacke die Fußspur einer Schildkröte oder eines Sauriers, welche sich in einer Zeit, da der Stein noch nicht verdichtet war, darauf bewegten — so haben Sie ein einfaches Thier, dessen gewöhnlichstes Wirken die Natur auf Erden zu verewigen Sorge getragen hat. Nun geht und sucht einmal die Spuren von den Siegertritten eines Alexander, eines Cäsar oder Napoleon auf dem Schauplatze ihrer Eroberungen!

Die Aera der Reptilien war noch nicht abgeschlossen, als jene Meeresbevölkerung eines Uebergangszeitalters sich bereits solchen Formen näherte, welche unserer eigenen Kenntniß nicht mehr so fern liegen. Der Teleosaurus, dem Krokodile näher stehend, und endlich das Krokodil selbst treten auf den Schauplatz. Es läßt sich vermuthen, daß diese Letztgebornen des Reptiliengeschlechtes die Kette bildeten, welche in der Reihenfolge der Zeiten und der Natur die Saurier mit den Säugethieren verknüpfen sollte — und hiermit ist der Zeitpunkt gekommen, wo eine große, wenn auch allmälige Umgestaltung sich vollendete.

Von Vögeln finden wir die ersten Spuren in dem rothen Sandsteine des Staates Massachusets, welcher ungefähr dem bunten Sandsteine Deutschlands zu entsprechen scheint. Es sind das nur Fußeindrücke, aber von riesiger Größe; die 2 bis 17 Zoll langen Zehen und die 4 bis 7 Fuß langen Schritte deuten auf ein dem Strauß verwandtes Thier von erstaunlicher Größe hin, welches vermuthlich während der Ebbezeit auf dem trocken gelegten Meeressande seine Nahrung suchte. Lyell hat in der Bay of Foundy, wo die Fluth gegen 60 Fuß Höhe erreicht, durch einen Strandläufer noch jetzt dergleichen, nur weit kleinere Fußeindrücke bilden, und durch Sandanschwemmungen

der nächsten Fluthzeit begraben sehen. Die ältesten Knochenreste von Vögeln fanden sich aber erst in den weit neueren Schichten der Kreideformation und auch da sehr selten, was bei der eigenthümlichen Lebensweise der geflügelten Thiere eben nicht sehr verwundern kann. Häufiger sind in neuester Zeit, in einigen Molasseschichten des Mainzer, Pariser und Londoner Beckens, sowie in den alten Schlammablagerungen einiger Flüsse Neuseelands Vogelknochen gefunden worden, welche letzteren nach Owen zum Theil von straußartigen Vögeln herrühren, die eine Höhe von 10 bis 14 Fuß gehabt haben müssen. Man hat diesen mehr als zwei Mann hohen Vögeln den Namen Dinoris gegeben, ihre Knochen rühren offenbar aus einer geologisch sehr neuen Ablagerung her; ja es sollen sogar im Innern von Neuseeland noch lebende Exemplare vorhanden sein, aber alle Bemühungen, ein solches zu erlangen, sind bis jetzt vergeblich gewesen.

In den neuesten Ablagerungen Europa's sind mehrfach schon versteinerte Eier von Vögeln aufgefunden, deren Schalen noch ganz wohl erhalten sind, während ihr Inneres mit Kalkspath oder Kalktuff erfüllt ist.

Ich habe Ihnen schon erzählt, daß gewisse fünfzehige Fußeindrücke im bunten Sandsteine eine Zeit lang für Säugethierfährten gehalten, dann aber mit mehr Wahrscheinlichkeit Reptilien zugeschrieben worden sind. So tief in der Schichtenreihe sind daher noch keine Säugethierreste sicher bekannt. Neuerlich glaubt Plininger im oberen Keuper Würtembergs Säugethierreste aufgefunden zu haben, da aber dieser neue Fall noch nicht mehrseitig bestätigt ist, so sind vor der Hand die Knochenreste in den Stonesfielder Schiefern der englischen Juraformation als die ältesten zuverlässig von Säugethieren herrührenden anzusehen. Sie gehören einem Beutelthier an, und das ist um so merkwürdiger, da diese Thiere eine Mittelstufe einnehmen zwischen den Eier legenden und lebendig gebärenden Thieren. Diese Zwitterwesen vereinigen gewissermaßen die Functionen des Eierlegens und des Säugens in sich. Mit einer großen Außentasche unter dem Magen versehen, deponiren sie ihre Jungen nach einer sehr kurzen Tragezeit in diesem Beutel. Die Halbgeborenen bleiben mit der Schnauze an den Brüsten der Mut-

ter hängen, bis sie fähig sind, an die äußere Luft zu treten; sie werden auf diese Weise gewissermaßen zweimal geboren. Diese Uebergangswesen zweier Thiergruppen (der Vögel und Säugethiere) sind wahrscheinlich die ersten Säugethiere, welche die Erde betraten. Auch hier also ist ein deutlicher Fortschritt vom Niederen zum Höheren im Gange der Schöpfung bemerkbar.

Eine andere Hauptform, unter welcher die Säugethiere zuerst auf unserer Erde auftraten, ist die der Cetaceen; auch diese sind, wie Sie wissen, vermittelnde Glieder zwischen zwei Thierklassen, und zwar zwischen den Fischen und Säugethieren. Wallfische, Delphine, Seepferde, Seekühe und auch die wunderbare Form des Hydrarchos (Zeuglodon) gehören hierher. „Diese Meeresgäste" — schreibt Esquiros — „näherten sich häufig den Küsten, um dort ihre Nahrung zu suchen. Auf der klaren Fluth, die noch keine Barke, kein Schiff entweiht hatte, an den mit endloser Vegetation geschmückten Küsten, vornehmlich an der Mündung der großen in das Meer sich ergießenden Ströme, denke ich mir die Seekuh, wie sie als Wiederkäuer das Gras der Küste abweidet — ein eigenthümliches Thier: die zahlreichen, hochgeschwellten Brüste über das Wasser erhebend, die Flossen, von Weitem unseren Händen nicht ganz unähnlich, die Haare, dem reichen Schmucke der Frauen vergleichbar — so könnte man wähnen, ein Zwittergeschöpf, halb Mensch, halb Fisch vor sich zu haben, das wie die Tritonen und Sirenen der Alten das Reich des Oceans in jenen fabelhaften Zeiten besuchte."

Unter den später überwiegenden Landsäugethieren spielen die Pachydermen (Dickhäuter) eine wichtige Rolle. Diese zum Theil riesigen Pflanzenfresser lebten in den Wäldern und Grassteppen der Continente, auf welchen der Mensch erst weit später seine Herrschaft begründen sollte. Darwin hat trefflich nachgewiesen, daß zu ihrer Ernährung nicht gerade eine außerordentlich üppige und waldreiche Tropenvegetation nöthig ist, wie denn große Heerden solcher Thiere gegenwärtig das waldarme südliche Afrika bevölkern. Aber den Fleischfressern mußten sie den Gesetzen der Natur gemäß nothwendig vorausgehen. Paläotherien, Lophiodons, Anoplotherien, Cheiropotamen, Adapis und Xiphodonden und wie man sie weiter benannt hat, bewohnten jene Welt. An die Spitze dieser neuen Gäste der Erde stellte sich durch Kraft und

monströse Merkmale ein Thier, das unsere ganze Erfahrung in Erstaunen setzt: im Schatten der riesigen Coniferen, der hochstämmigen Palmen, die ihre breiten Laubfächer im Windhauche wiegen, seht Ihr nicht das wunderbare Megatherium aufrecht stehend oder träge gelagert, in seinem gewichtigen Knochenpanzer, die Hinterbeine wahre Pfeiler vorstellend, wie es mit seinem Rüssel

Skelett des Mylodon robustus, dem Megatherium ähnlich.

Baumäste abreißt und zermalmt — eine Art Maschine von ganz außerordentlicher Mächtigkeit? Dieses Faulthier hat nicht nöthig zu fliehen oder zu verfolgen; die Unbeweglichkeit ist seine Stärke, die drohenden Klauen und sein eigenes Gewicht sind ihm Schutzes genug. Mag auch der Kuguar oder das Krokodil herankommen, das Megatherium fürchtet sich nicht: dieses

wird mit einem einzigen Fußtritte zermalmt, der Kuguar mit einem Schlage seines Schuppenschweifes zu Boden geworfen. Diese lebendige Festung bewegte sich mit plumpen, langsamen Schritten über den Boden, der unter einer solchen Last aufseufzte.

Neben dem Megatherium lebte der Megalonyx, sein Bruder und Nebenbuhler beinahe, nur von geringerer Größe, mit langen scharfen Nägeln bewaffnet: auch dieses Thier ist jetzt unbekannt auf der Erde. Jene ganze Bevölkerung plumper, mächtiger Wesen wurde jedoch von dem Dinotherium giganteum, dessen Name schon seine enorme Größe andeutet, weit übertroffen

— seine Ueberbleibsel gleichen eher denen eines riesigen Denkmals, als den Resten eines Thieres. Zwei mächtige, abwärts gebogene Hauer am unteren Kinnbacken mochten dem Thiere ein wildes, grausenhaftes Ansehen geben. Wie müßte sich wohl eine so incommensurable Masse auf unserem mit Städten bedeckten und durch die Wohnsitze des Menschen eingeengten Continente ausnehmen!? Das Dinotherium bedurfte zum Aufenthalte die endlosen wasserreichen Einöden und die mit riesigen Bäumen bevölkerten Wälder, in denen die Natur die zu seinem Unterhalte nöthigen Materialien niedergelegt hatte — in unserer Welt möchte es schwerlich lange bestehen. Ein wichtiges Gesetz der geographischen Zoologie lehrt, daß die Natur den Wuchs der Thiere jederzeit den Orten anpaßt, die sie zu bewohnen bestimmt sind: und so setzen diese mächtigen Wesen eine gleich immense Umgebung voraus, worin sie ihre vereinzelten Massen bewegen konnten.

Gegenüber dem Dinotherium, diesem Riesen der alten Welt, erhob sich ein anderer Koloß, dem die Wissenschaft den Namen Mastodon gegeben; obwohl dem Elephanten sich nähernd, war er dennoch in Bau und Größe von letzterem verschieden und ge-

hörte noch zu einer älteren Ordnung der Dinge. Die fabelhafte Größe seiner Mahlzähne, die furchtbaren Spitzen, die aus ihnen hervorragten, und ein gewisses wildes Grauen, das das ganze Wesen umgab, ließ dasselbe lange Zeit für ein fleischfressendes Thier gelten, eine Ansicht, die durch die neuere Auffindung seines Riesenmagens, den man mit zermalmten Baumzweigen angefüllt fand, beseitigt wurde. Außerdem nährte sich dieses starkgliedrige Thier von Wurzeln und anderen fleischigen Pflanzentheilen, welche Lebensweise den Koloß nach feuchtem Moorboden oder dem Ufer der Flüsse hinzog, aus denen er mit seinem großen verlängerten Rüssel eine Menge von Wasser einsog.

Man hat die Vermuthung aufgestellt, diese Thiere könnten vielleicht in den uralten, aber wenig bekannten Gegenden Indiens und Amerika's noch in lebenden Exemplaren angetroffen werden — umsonst, denn wir sehen ja unsere jetzigen Continente nach allen Seiten von Reisenden durchstreift, zahlreiche Banden von Wilden nehmen die weitesten Länderstrecken ein, ohne daß jemals ein dem Megatherium, dem Dinotherium oder dem Mastodon ähnliches Geschöpf lebend gefunden worden wäre.

Die Wilden haben über den Untergang dieses Riesenthieres eine Sage, deren naive Weisheit uns in Erstaunen setzt. Die Eingeborenen Virginiens erzählen, das Mastodon sei aus dem Grunde vernichtet worden, um zu verhindern, daß nicht das Menschengeschlecht zu Grunde gehe; der Kampf sei schrecklich gewesen. Manito, der große Vater, habe nach seinem Donner gegriffen und alle, mit Ausnahme eines einzigen, zu Boden geworfen; dieser letzte Riese habe die Blitze mit seinem Haupte parirt und einen nach dem anderen, wie sie herabfielen, von sich geschüttelt; endlich aber in der Seite verwundet, sei er nach den großen Seen geflohen, wo er sich noch heutiges Tages aufhalte. Tradition und Erfahrung — Alles beweist, wie man sieht, daß sich das Mastodon, gleich den anderen Thieren seiner Periode, gegen die Veränderungen, welche der ewige Schöpfer der Dinge in seiner Welt vorbereitete, unmöglich zu halten vermochte. Dem Untergange dieser riesigen Säugethiere im Kampfe mit der Natur haben vielleicht die Fabeln vom Jupiter und den Titanen ihre Entstehung zu verdanken; auch die alten Geschichten, die fast alle von einem anfänglichen Riesengeschlechte er-

zählen, mögen diese Idee aus derselben Quelle geschöpft haben; aufgefundene große Knochen dürften die Veranlassung dazu gegeben haben.

Auch das von Koch im Staate Missuri aufgefundene Missurium schließt sich als größter Koloß den vorigen, weiter verbreiteten, würdig an. Sie haben vielleicht Abbildungen seines Riesenskelettes gesehen, welches eine Länge von 30 Fuß und eine Höhe von 15 Fuß besitzt, seine Zähne wurden jedoch Anfangs falsch gestellt.

Elephant, Rhinoceros, Nilpferd — lauter bekannte Thiere — erheben ihre imposanten Massen aus dem Schiffbruche der alten Geschlechter. Hier wird die Vergleichung mit den noch lebenden Gattungen sehr leicht, da die Elephanten und Rhinocerosse aus dem Eise, das sie ergriffen und Jahrhunderte lang conservirt hatte, noch ganz mit Fleisch, Haut und Haaren bedeckt, hervorgegangen sind. Der antediluvianische Elephant war 15—18 Fuß hoch, grobe röthliche Wolle bildete sein Fell, lange schwarze, ausnehmend steife Haare fielen ihm wie eine Mähne über den Rücken herab. In seinem Magen fand man zermalmte Tannenzweige, die er mit derselben Leichtigkeit verspeist zu haben scheint, wie wir etwa Spargel essen. Haarbedeckung und Nadelholz als Nahrung deuten gleichzeitig an, daß das Klima seines Wohnortes keineswegs ein tropisches war.

Diese vorletzte Bevölkerung der Erde — wenngleich von der jetzigen verschieden — ist ihr dennoch sowohl durch die Ordnung der Zeit, als durch die der Lage sehr nahe gebracht; so hat man in Flußbetten noch ganz unberührte Skelette, Knochen mit wohlerhaltener Gallerte und Zähne vorgefunden, deren Elfenbein ein wichtiger Gegenstand des Handels geworden ist.

Die Ueberreste dieser letzten großen Säugethiere überschreiten, wie manche ältere Formen, häufig die jetzigen Größenverhältnisse der verwandten Arten. Daraus darf indessen nicht geschlossen werden, es seien überhaupt die vorhistorischen Organismen größer gewesen, als die gegenwärtigen. Nur gewisse Abtheilungen enthielten in manchen Zeiträumen größere Individuen als jetzt, aber z. B. kein bis jetzt gefundener fossiler Baumstamm erreicht die Dicke und Höhe unserer gegenwärtigen größten Bäume, kein Knochenrest deutet auf Thiere größer als unsere größten Wallfische.

Und nun noch einen letzten Blick auf diese Welt, welche zu einer abermaligen Neuerung bestimmt war. Meere, Seen, Flüsse, von denen die einen nicht mehr bestehen, die anderen ihre Stelle gewechselt haben, bespülen schon sehr ausgedehnte Continente. Erhebungen der Gebirge, von langen Erschütterungen des Meeres begleitet, haben der neueren Gestaltung der Erde ihre Hauptumrisse vorgezeichnet; die Temperatur ist gegen die früheren Zeitalter viel gemäßigter geworden und hat sich nach der Berechnung der Naturforscher zugleich mit dem Thierreiche dem jetzigen Zustande genähert; hundertjährige Bäume, den jetzigen Pappel-, Weiden-, Kastanien-, Eichen-, Tarus-, Araucarien- und Sykomorengeschlechtern verwandt, bildeten dichte Waldungen, in denen das Elenthier, der Damhirsch, das Rennthier und andere bekannte Gattungen — jetzt freilich nach sehr verschiedenartigen Klimaten versetzt — das üppige Gras

Megaceros hibernicus.

gemeinsam abweideten. Man kann sich nicht leicht eine Vorstellung von dem Hirsche machen, dessen Geweihe 14 Fuß Breite erreichten; das Thier muß eine wunderbare Größe, Stärke und Behendigkeit besessen haben. Welche Riesenforste mußte die Natur erschaffen, um nur diesen unglaublichen Gast zu beherbergen, der selbst einen Wald auf dem Haupte zu tragen scheint! Wie schön möchte es gewesen sein, ihn durch diese jungfräulichen Wildnisse mit einer wilden Meute an den Fersen hinstreichen zu sehen! Die Hunde jener Zeit standen in der That im Verhältnisse zu diesem Hirsche, der in Irland noch gleichzeitig mit

dem Menſchen exiſtirt zu haben ſcheint: die Entdeckung eines dem Hundsgeſchlechte angehörigen Zahnes machte es Cuvier möglich, mit Hülfe der Geſetze der vergleichenden Anatomie ein Thier zuſammen zu conſtruiren, das, bei einer vorderen Höhe von wenigſtens fünf Fuß, von der Spitze der Schnauze bis zur Wurzel des Schweifes mindeſtens acht Fuß in der Länge maß. Dieſer rieſige Hund und jener erſtaunliche Hirſch — ſind ſie nicht würdige Repräſentanten der phantaſtiſchen Jagden, wie ſie in den Sagen vom wilden Jäger vorkommen? — Und dies war noch nicht die ganze Bevölkerung dieſer Urwälder: ein dem Auerochſen verwandtes Thier, ein anderes, das trotz der verſchiedenen Richtung ſeiner Hörner der Stammvater des heutigen zahmen Ochſen zu ſein ſcheint; zahlloſe Pferde, die ſich noch nicht im Joche der Arbeit gebeugt hatten; das Elasmotherium, ein Thier vom Wuchſe des Rhinoceros, das der jetzigen Schöpfung abgeht und den Uebergang von dieſem letzteren zum Pferde bildet; noch andere Einhufer und Wiederkäuer bewohnten in Abweſenheit des Menſchen die weiten Länderſtrecken.

Je mehr wir uns den höheren Erdſchichten nähern, deſto zahlreicher werden die Raubthiere, welche, vermöge ihrer Organiſation, nach den Menſchen und Affen die höchſte Sproſſe der animalen Leiter einnehmen. Der Geiſt der Schöpfung gleicht hierin dem der großen Poeten, welche, weit entfernt an ihren letzten Werken eine Spur der Schwäche oder Ermüdung merken zu laſſen, dieſelben vielmehr der Vollendung immer näher bringen. Unterirdiſche Stalaktiten- und Sintergrotten, in beträchtlicher Tiefe im Innern der Gebirge an einander gereiht, enthalten eine ungeheuere Maſſe von Ueberreſten, welche früheren Fleiſchfreſſern, beſonders Hyänen und Bären, angehören. Man findet Knochen von Rhinoceroſſen, Elephanten, Nilpferden, Pferden, Ochſen und Hirſchen, die von jenen Thieren hereingeſchleppt waren, ja einige derſelben zeigen deutliche Spuren von Zähnen, die daran genagt haben mochten. Die früheren Raubthiere verfolgten ſich gegenſeitig mit großer Wuth; ſo findet ſich unter jenen Ueberreſten ein Hyänenkopf mit einer ſpäter wieder zugeheilten Wunde. Hier fände unſere Einbildungskraft ein ſchönes Feld vor ſich, wenn ſie ſich im Innern jener düſteren

Höhlen die Kämpfe zahlreich darin lebender furchtbarer Raubthiere vorstellen, wenn sie sich die Bären, Hyänen, Löwen, Tiger, Panther und Füchse ausmalen wollte, welche das frühere Thierreich mit ihrem grausamen Blutdurste verheerten. Die durch Stärke, Heißhunger und Tücke gefährlichste Bestie scheint unter diesen fleischfressenden Tyrannen ein großer Höhlenbär — Ursus spelaeus — mit gewölbter Stirne gewesen zu sein. Betrachten wir einmal seinen Fangzahn, der die Naturforscher durch seine Größe in Erstaunen setzt — es ist ein Hundszahn, sehr lang und stark zusammengedrückt, nach Außen vorspringend und dem Oberkiefer dieses antediluvianischen Bären angehörend, der in den finsteren Höhlen des alten Deutschlands sein Reich errichtet hatte. Nach den Knochenhaufen der verschiedensten Thiere zu schließen, welche sein Skelett überall umringen, muß er beträchtliche Verheerungen in seinen Staaten angerichtet haben.

Vielleicht daß damals noch andere Fleischfresser, die in der jetzt lebenden Natur nicht mehr figuriren, existirten. Zwar haben die Naturforscher nicht für nöthig erachtet, für jene Bären, Hyänen, Tiger und die sonstigen Beherrscher des alten Thiergeschlechtes neue Gattungen zu begründen; gleichwohl dürfen wir nicht unerwähnt lassen, daß keines jener Thiere seinen jetzigen Nachkommen vollkommen, d. h. specifisch gleich ist — zwischen ihren Skeletten und denen der noch lebenden Bestien sind mancherlei Verschiedenheiten zu bemerken, während die Osteologie zwischen dem Pferde und dem Esel keinen Unterschied einräumt. Die äußeren Einflüsse mußten vornehmlich die Oberfläche dieser untergegangenen Thiere berühren und ihrem Felle wie der äußeren Gestaltung besondere Charakterzüge einprägen: so ist das im Jahre 1770 am Ufer des Wilhoui entdeckte Rhinoceros aus dem umgebenden Eise mit einer Haarschicht an den Füßen hervorgegangen, während sich bei dem lebenden Rhinoceros in Indien und am Cap nichts Aehnliches vorfindet. Diese Scheidelinie zwischen den beiden Zoologien der Urwelt und der Neuzeit nöthigt uns zu dem Glauben, daß während der ganzen vorhistorischen Aera eine von der jetzigen sehr wesentlich verschiedene Welt bestanden habe, welche anderen Bedingungen unterworfen war und nur durch langsam und stetig fortwirkende Ursachen, an deren

Schlusse wahrscheinlich ein großes Ereigniß eintrat, in den nunmehrigen Zustand übergehen konnte.

Dieses Ereigniß, das die alte Geschichte der Erde abschließt, hat in sämmtlichen Traditionen den Namen der Sindfluth (große Fluth) angenommen. Aber die Sindfluth der Geologen entspricht insofern nicht der biblischen (fälschlich Sündfluth) und deukalionischen Fluth, als sie jedenfalls vor die historische Zeit fällt, denn noch nie ist ein Ueberrest von Menschen mit denen jener ausgestorbenen Thiere auf solche Art zusammen gefunden worden, daß man daraus auf eine gleichzeitige Existenz beider sicher zu schließen berechtigt wäre. Wissen wir doch nicht einmal, ob die traditionellen Fluthen der alten Völker überhaupt erlebte oder ob sie nicht z. Th. blos mythische sind, die man aus geologischen Erscheinungen schloß.

Die Vertheilung der Versteinerungen in den Gesteinsschichten belehrt noch über gar viele Zustände und Begebenheiten der Vorwelt, die ich Ihnen nicht alle entwickeln könnte, ohne ein dickes Buch darüber zu schreiben. Nur Einiges will ich noch berühren.

Wir finden Meeresmuscheln fast überall in den Schichtgesteinen des Festlandes, und sie sind sogar in Felsmassen, 16,000 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel, beobachtet worden. Daraus geht auf der einen Seite ganz unzweifelhaft hervor, daß die Gegenden, in denen sie sich befinden, einst Meeresboden waren, ja noch mehr, die meisten Gegenden der Erde müssen wiederholt bald Meer, bald Land gewesen sein, denn zwischen rein meerischen Ablagerungen liegen gar oft wieder solche, die deutlich unter Süßwasser abgesetzt sind. Auf der anderen Seite dürfen wir aber aus den viele tausend Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel liegenden Meeresablagerungen keineswegs schließen, das Wasser habe einst wirklich so hoch über dem Erdmittelpunkte gestanden. Diese hochliegenden Meerbildungen sind vielmehr stets als durch vulkanische (plutonische) Thätigkeit gehoben zu betrachten, was denn auch in den meisten Fällen aus den mechanischen Zertrümmerungen dieser gehobenen Schichten ersichtlich ist. Gerade so findet man Landpflanzenreste oft tief unter dem Meeresniveau, ohne deshalb allemal annehmen zu können, sie seien in dieser Tiefe durch Wasser abgelagert worden. Manchmal sind sie vielmehr so

wohl erhalten, oder befinden sich gar in solcher aufrechter und eingewurzelter Stellung von Gestein umschlossen, daß daraus ganz deutlich hervorgeht, sie müssen an der Stelle, wo sie wuchsen auch begraben sein. Da nun Landpflanzen offenbar nicht unter dem Wasser wachsen konnten, das Meer aber jedenfalls nicht allgemein um so viel zugenommen haben kann, als sie jetzt darunter liegen, so können sie nicht anders als durch theilweise Senkung der Erdkruste in diese Lage gekommen sein. Das S. 95 Mitgetheilte hat Ihnen über diese Vorgänge bereits Erklärung zu geben versucht.

Die fossilen Organismen haben sehr häufig und auf verschiedene Weise ihre ursprünglichen Wohnplätze verändert, theils *vor*, theils *nach* ihrer Umschließung von Gestein. Durch Flüsse und Meeresströmungen sind sie im lebenden oder todten Zustande von ihren natürlichen Wohnplätzen fortgeführt und zusammengeschwemmt. Durch Hebungen und Senkungen nach ihrer Einlagerung in Gesteinsschichten einer Orts- oder Stellungsveränderung unterworfen worden. Den letzteren Fall versinnlicht eine bei Culworth Cove in Dorsetshire gemachte Beobachtung ganz besonders deutlich. Hier findet sich eine Gesteinsschicht voll noch aufrecht stehender, im Boden wurzelnder Baumstrünke, da aber die Schicht nach ihrer Ablagerung durch einseitige Hebung oder Senkung in schräge Stellung gebracht ist, so stehen nun auch alle Baumstrünke schräg, wie sie nimmermehr gewachsen sein können.

Man hat aber auf die Ortsveränderung, vor der Umschließung der Organismen vom Gestein, sicher einen zu großen Werth gelegt, wenn man dadurch die Anwesenheit tropischer Formen in Polargegenden erklären zu können glaubte. Diese finden ihre Erklärung nur dadurch, daß man eine, auch durch so viele andere Umstände angedeutete Abnahme der Temperatur des ganzen Erdkörpers annimmt. Es war früher überall wärmer, die Atmosphäre war dichter und feuchter, und daher konnten

baumförmige Farren, Lycopodien und Schafthalme, wie ſie jetzt kaum noch zwiſchen den Wendekreiſen gedeihen, während der Kohlenperiode im jetzigen England, Deutſchland u. ſ. w. üppig vegetiren.

Dadurch, daß die Organismen der einzelnen geologiſchen Perioden von einander abweichen und zugleich eine Entwickelungsreihe der organiſchen Schöpfung darſtellen, ſind ſie die ſicherſten Hülfsmittel zur Beſtimmung des relativen Alters der Geſteinsſchichten geworden, welches man urſprünglich nur aus deren Uebereinanderlagerung erkennen konnte. Für die Geologie ſind ſie wahre Denkmünzen, und die häufigſten für einzelne Schichten am meiſten charakteriſtiſchen hat man deshalb Leitmuſcheln genannt, weil dieſe gerade beſonders häufig Muſcheln ſind. Allgemeiner bezeichnend würde der Ausdruck Leitverſteinerungen ſein.

Sechsundzwanzigſter Brief.

Erratiſche Blöcke.

„In dem geologiſchen Theile des Naturgemäldes ſind wir nun die ganze Reihe der Bildungen von dem älteſten Eruptionsgeſtein und den älteſten Sedimentbildungen an bis zu dem Schuttlande durchlaufen, auf welchem die großen Felsblöcke liegen, über deren Verbreitungsurſache noch lange geſtritten werden wird, die wir aber geneigt ſind, minder tragenden Eisſchollen, als dem Durchbruch und Herabſturz zurückgehaltener Waſſermaſſen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuſchreiben.“

v. Humboldt S. 299.

Die Continente der nördlichen Hemiſphäre bis zum 50. Grad nördl. Breite, und nach Darwin auch die Südſpitze Amerika's, ſind vielfach mit großen Felsblöcken überſtreut, die nicht dem Boden angehören, auf dem ſie ruhen, deren weit entfernter Urſprung ſich oft ſogar ſicher nachweiſen läßt. So findet man über das große nordeuropäiſche Tiefland verbreitet, von den Quellen der Dwina bis an den Canal von Calais

auf festem Felsboden oder auf Lehm, Sand und Geschiebeland ruhend, Tausende von Gesteinsblöcken, die ihrer ganzen Natur und Verbreitung nach nur aus den skandinavischen Gebirgen herrühren können. Viele derselben haben eine beträchtliche Größe, sie entschädigen diese Flachländer für den Mangel an Felsen. Baumaterialien vieler Art werden aus ihnen gewonnen, die große Granitschaale vor dem Museum in Berlin ist aus einem solchen Blocke geschnitten, und der Schwedenstein auf dem Schlachtfelde bei Lützen verdient diesen Namen nicht blos als Denkmal Gustav Adolph's, sondern auch seines skandinavischen Ursprunges wegen.

In ähnlicher Weise findet man, vom hohen Norden Amerika's ausgehend, zahlreiche Felsblöcke über den Boden der nördlichen Vereinsstaaten ausgestreut, und in den Hügelländern und Ebenen, die an die Alpen anstoßen, sind überall Felsblöcke verbreitet, welche von den hohen Kämmen des Gebirges abstammen, jetzt aber 10 oder 15 Meilen davon, oft die Abhänge von Bergen bedecken, die aus anderem Gestein bestehen. Es ist, als wenn Titanen, statt einen Ossa aufzuthürmen, die Felsen der Gebirge im gewaltigen Kampfe gegen die Ebenen und Hügelländer, von beiden Erdpolen gegen den Aequator geschleudert hätten.

Diese Findlinge tragen oft deutliche Spuren der Art ihrer Fortbewegung an sich, sie zeigen abgeschliffene und parallel gefurchte Seiten. Damit in Uebereinstimmung scheint es zu stehen, daß auch der Felsboden, von dem sie herstammen, häufig gerundete, abgeschliffene und parallel gefurchte Oberflächen zeigt. Untersucht man die Art ihrer Verbreitung näher, so findet man, daß die skandinavischen Felsblöcke radienartig ausgestreut sind, die Gesteinsarten in diesen einzelnen Radien sind ungefähr dieselben, und die Richtung ihrer Verbreitung führt zu den anstehenden Gesteinen derselben Art zurück. Im Umkreise der Alpen dagegen zeigt sich die Verbreitung von der Lage der Hauptthäler abhängig. Es lassen sich in der niederen Schweiz, am Jura und in den italienischen Vorbergen deutlich die Blockgebiete der Rhone, der Aar, der Reuß, der Adda u. s. w. unterscheiden.

Hier in den Alpen ist die Transportweise dieser Blöcke

unverkennbar und neuerlich sehr bestimmt nachgewiesen. Sie sind als Moränenblöcke von früher weit ausgedehnteren Gletschern dahin getragen, wo sie sich finden, ich werde Ihnen das in einem späteren Briefe über die Gletscher noch auf das Deutlichste nachweisen. Mehr zweifelhaft ist dagegen noch die Transportweise unserer nordischen Geschiebe oder Findlinge. Der Umkreis ihrer Verbreitung ist für die, von Manchen auch auf sie angewendete Gletschertheorie viel zu groß. Es überschreitet die Grenzen des Denkbaren, Gletscher anzunehmen, welche von den norwegischen Gebirgen fast ohne allen Abfall des Bodens bis an die Elbe und bis Moskau, ja selbst bis an die Küsten Englands reichen, und sich über diesen kaum geneigten, aber unebenen Boden, mit Moränen beladen hinweg bewegen. Auch sind die Erscheinungen der geschliffenen und ausgefurchten Felsoberflächen an den Küsten Skandinaviens in vieler Beziehung abweichend von den Gletscherwirkungen in der Schweiz. Sie finden im Kosmos, daß v. Humboldt sich für einen Durchbruch und Herabsturz zurückgehaltener Wassermassen bei Hebung der Gebirgsketten ausspricht, durch welchen die Blöcke fortgeschafft seien. Gegen diese Ansicht sind aber neuerlich von sehr guten Beobachtern so viele Gründe erhoben worden, daß sie schwerlich länger haltbar bleiben wird. Besonders deutet das ganze Blockphänomen mit allen zugehörigen Erscheinungen auf eine viel längere Bildungsdauer, als einer so gewaltigen Katastrophe, wie der sogenannten Gerölfluth (petridelauniſchen Fluth) zugeschriebenen werden kann. Sie könnte nicht fußtiefe Furchen in festen Granit waschen, die Felsoberflächen glatt abschleifen und auch wohl schwerlich viele Tausend Centner schwere Blöcke über das weite Thal des baltischen Meeres hinweg tragen. Dagegen kennt man in beiden Polargegenden der Erde durch Beobachtung eine Art des natürlichen Steintransportes, welche beständig stattfindet, und welche wohl geeignet sein dürfte, die nordischen Geschiebe Europa's und Amerika's, sowie die südlichen erratischen Blöcke Patagoniens zu erklären. Das ist der Transport durch schwimmende Eisschollen. Darwin beschreibt, wie von den bis in das Meer reichenden Gletschern des Feuerlandes mächtige mit Schutt und Felsblöcken beladene Eismassen sich ablösen, und von den Strömungen des Meeres fortgerissen,

ihre Fracht nach wärmeren Gegenden tragen, wo sie von den Strahlen der Sonne vernichtet, ihre unzerstörbare Belastung auf den Boden des Meeres oder an dessen Ufer fallen lassen. Aehnliche schuttbelastete Eisschollen lösen sich alljährlich von den Küsten Nordamerika's und Grönlands ab, oder treiben aus deren Flüssen hervor. Erst kürzlich wieder wurde dieser Vorgang in seiner staunenswerthen Großartigkeit durch Rinck in seiner Reise nach Nord-Grönland[37]) beschrieben, und Lyell beobachtete auf Nova Scotia, daß am Ufer hintreibende Eismassen die Felsoberfläche nicht nur abschleifen, sondern auch parallel furchen.

Denken wir uns diese Vorgänge durch Jahrtausende fortgesetzt, so ist wohl begreiflich, daß große Gebiete des jetzigen Meeresbodens mit fremden Felsblöcken überdeckt, und viele Uferfelsen abgeschliffen und gefurcht werden können. Tritt dann eine langsame Erhebung oder ein Zurückweichen des Meeres ein, so werden nicht nur die abgelagerten Felsblöcke immer mehr auf dem Lande erscheinen, sondern es wird auch die Abschleifungszone der Küsten eine immer breitere werden, da immer neue Striche in das Gebiet der Abschleifung gelangen, während die alten trocken gelegt werden.

Für den Transport durch Eis spricht nun ganz besonders auch noch der wichtige Umstand, daß die gegen beide Pole hin immer häufiger werdende Erscheinung der erratischen Blöcke zwischen den Wendekreisen, als wohin das Eis nie vordrang, sich niemals zeigt. Wir müssen die Abwesenheit erratischer Blöcke längs des Theiles der Anden, der im heißen Klima liegt, mit ihrer Abwesenheit im Himelajagebiet des nördlichen Indiens (nach Boyle) zusammenstellen; eben so finden sich im Innern Afrika's zwischen dem 35. Grad und dem Wendekreise nach Andreas Smith, und nach anderen Reisenden im ganzen Aequatorialgebiet, keine erratischen Blöcke. Dasselbe gilt von Australien, aber vielleicht schon nicht mehr von Vandiemens Land.

Um eine solche Erklärung auf unsere nordischen Geschiebe anzuwenden, ist es aber freilich nöthig, daß wir eine sehr allgemeine Hebung des Landes, oder Senkung des Meeres voraussetzen, wodurch unser erratisches Phänomen trocken gelegt wurde.

Ferner ist es nöthig, während der Periode des Transportes für die ganze nördliche Hemisphäre eine niedrigere mittlere Temperatur anzunehmen, da gegenwärtig das nordische Treibeis nicht mehr in Menge bis zum 49. Breitengrad vordringt. Eine solche periodisch niedere Temperatur unserer Hemisphäre ist aber, wie wir gesehen haben, auch aus anderen Gründen wahrscheinlich und überdies leicht erklärlich, wenn damals die Vertheilung von Land und Wasser in der nördlichen Hemisphäre eine ähnliche war als jetzt in der südlichen, was wieder mit der nothwendigen Bedeckung vieles Landes unserer Erdhälfte in jener Zeit übereinstimmt. Also eine ziemliche Anzahl von Phänomenen findet in diesem Falle, wie so oft, eine gemeinsame Erklärung.

Ich werde Ihnen noch davon zu erzählen haben, daß Schubert, Keferstein, Klee und v. Bruchhausen einen 21,000jährigen, von der Ekliptik abhängigen Wasserwechsel auf der Erde, eine wechselnde Schwankung der Wasseranhäufung von einem Pole zum anderen annehmen. Diese Hypothese würde, wenn sie einst bewiesen werden sollte, allerdings sehr dazu beitragen können, das erratische Phänomen aufzuhellen. Leider aber beruht dieselbe bis jetzt mehr auf dunklen Ahnungen, als auf Beweisen.

Darwin glaubt den gleichzeitigen Rückzug des Meeres von den, während der Diluvialperiode von Wasser bedeckten Erdflächen durch eine großartige Senkung des Meeresbodens im stillen Ocean erklären zu müssen. Diese Jahrtausende andauernde Senkung hat nach ihm dort ein nach und nach immer tieferes Becken gebildet und so der Wassermasse Raum gegeben, welche vorher unsere Niederungen bedeckte.

Sehr merkwürdig ist es jedenfalls, daß man in der ganzen Reihe der älteren Flötzschichten ebenso wie an der Oberfläche zwischen den Wendekreisen nicht ein einziges Beispiel ähnlicher Blockwanderung aufgefunden hat. Die Geschiebe in den älteren Conglomeraten lassen stets einen weit localeren Ursprung erkennen, als die erratischen Blöcke, auch ist ihre Form und Anhäufungsweise eine ganz andere. Dieser Umstand deutet offenbar an, daß die Ursachen solcher Blockwanderung in den früheren geologischen Perioden nicht vorhanden gewesen sind, und

das verträgt sich wieder sehr gut mit ihrer Fortbewegung durch Gletscher oder schwimmende Eisschollen, denn beide sind in jenen früheren Perioden nicht denkbar, wenn wirklich der Entwickelungsproceß des Erdkörpers durch allmälige Erkaltung bedingt ist. Sie sehen also, auch dieser besondere Umstand steht in voller Harmonie mit der Abkühlungstheorie, durch welche viele Geologen den Erdentwickelungsproceß zu erklären suchen.

Siebenundzwanzigster Brief.

Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erdoberfläche.

„Dies sind die allgemeinsten Betrachtungen über die dermalige Gestaltung der Continente (die Ausdehnung des Festlandes in horizontaler Richtung), wie sie der Anblick der Oberfläche unsers Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatsachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen."

„Ueber den Causalzusammenhang solcher großen Begebenheiten der Länderbildung, der Aehnlichkeit und des Contrastes in der Gestaltung, ist wenig empirisch zu ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Ursach unterirdisch ist; daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entstanden, sondern, wie wir schon oben bemerkt, von der Epoche der silurischen Formation (neptunischen Abscheidung) bis zu den Tertiärschichten nach mannichfaltigen oscillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens sich allmälig vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zusammen geschmolzen ist."

v. Humboldt S. 310 und 311.

Um den Betrachtungen v. Humboldt's über Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erde gehörig folgen zu können, kann ich Ihnen nichts mehr empfehlen, als einen guten Globus zur Hand zu nehmen.

Der Vergleichungen und Beziehungen lassen sich gar vielerlei anstellen, die zum Theil wohl dazu beitragen, sich die Formen der Länder leichter einzuprägen, ohne aber deshalb einigen Aufschluß über die Ursachen derselben zu geben. So machte Forster schon 1783 darauf aufmerksam, daß alle Continente

gegen Süden in schmale hohe Felsenspitzen auslaufen, daß auf der Ostseite dieser Südspitzen allemal große Inseln liegen, und daß alle Continente auf ihrer Westseite einen großen Meerbusen haben. Steffens suchte später eine gewisse Uebereinstimmung der Continentalgestalten dadurch hervorzuheben, daß er dieselben in drei Gruppen brachte, für welche er Amerika als Normalgestalt ansah. Er verglich nun Europa, Kleinasien und Arabien mit Nordamerika; Afrika mit Südamerika, und das mittelländische Meer mit seinen Inseln dem westlichen Archipelagus; ferner Asien mit Nord-, und Neuholland mit Südamerika.

Bis jetzt können aber solche Vergleichungen beinahe nur als mehr oder weniger scharfsinnige Spielereien betrachtet werden. Wir wissen nicht einmal, warum die nördliche Hemisphäre zur Zeit weit landreicher ist als die südliche, wenn wir nicht etwa die etwas phantastische Hypothese des seculären Wasserwechsels als richtig erkennen wollen, welche mit mancherlei Modificationen von v. Schubert, Keferstein, Ademar und v. Bruchhausen vertheidigt worden ist. Nach dieser soll, wie erwähnt, in Zeiträumen von 20 bis 21,000 Jahren die größte Anhäufung des Wassers von einem Pole zum anderen schwanken, und diese Schwankung soll durch den periodischen Wechsel der Ekliptik bedingt sein. Es mag sein, daß manche Umstände zu Gunsten dieser Hypothese sprechen, und daß sie deshalb die Beachtung der Geologen verdient. Aber daran, daß sie erwiesen sei, fehlt bis jetzt noch sehr viel. Alle ihre Vertheidiger haben ihre Begründung noch viel zu wenig in geologischen Thatsachen aufgesucht. Wäre sie richtig, so müßte sich diese periodische Wasserschwankung z. B. in der Vertheilung der Flötzformationen zu erkennen geben, der Art, daß dieselben wechselsweise in der nördlichen und in der südlichen Hemisphäre vorherrschten.

Noch weniger werden die Formen des Landes durch solche bodenlose Hypothesen erklärt, wie sie ein Herr Streffleur in seinem Werke über die Entstehung der Continente und Gebirge (Wien, 1847), versucht hat, welche zum Theil auf einer gänzlichen Unkenntniß physikalischer Gesetze beruhen.

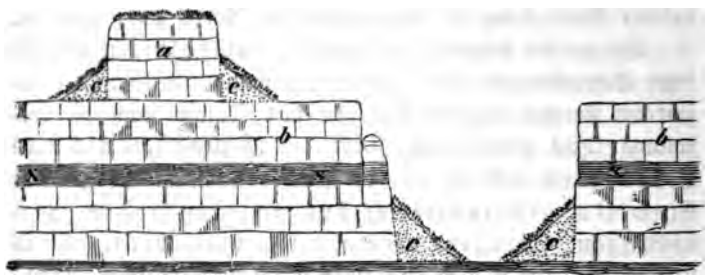
Selbst die berühmte Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, nach welcher gleichzeitige Erhebungen und Zerspal-

tungen der Erdkruste immer in größten Kreisen liegen und unter bestimmten Winkeln ein gesetzmäßiges Netz über die Erde bilden sollen, ist weder durch Thatsachen noch durch theoretische Gründe hinreichend gestützt. Vielmehr sind so viele Thatsachen und Gründe gegen die Erklärung der Land- und Gebirgsformen durch diese und ähnliche z. Th. auf vielfache Schwankung der Erdare begründeten Erklärungsversuche erhoben worden, daß sie weiterer Besprechung in einem populären Werke nicht bedürfen.

Wir müssen vielmehr, wie auch v. Humboldt am Schlusse seiner Betrachtungen über diesen Gegenstand andeutet, die besonderen Formen der Erdoberfläche und folglich auch die Gestaltung ihres Hervortretens über den Meeresspiegel als das Product unendlich vieler auf einander folgender Einwirkungen (localer Hebungen, Senkungen, Zerstörungen, Ablagerungen u. s. w.) betrachten, und es liegt dann ganz in dem Wesen so vielfach in einander greifender Einwirkungen, daß wir ihre einzelnen Resultate nicht mehr auf einfache Ursachen oder Gesetze zurückzuführen vermögen, so wenig als wir in dem früher benutzten Beispiel die Gestalt der Eisblumen an der Fensterscheibe einzeln erklären können, obwohl wir ihre Haupturſachen kennen.

Wir müssen also diese Gestalten meist hinnehmen, wie sie sind, nur zuweilen vermögen wir das Einzelne zu erklären. So z. B. liegt es, wie ich Ihnen gezeigt habe, nahe, die Gestalt der Erhebungskrater und der Auswurfskegel zu erklären. Eben so ist die Ursache der Kegelform der meisten Basaltberge leicht zu erkennen. Wenn eine zähflüssige Masse aus einer verhältnißmäßig engen Oeffnung hervorgepreßt wird, so häuft sie sich über derselben in Kegelform an, und der Kegel wird um so spitzer werden, je zähflüssiger, um so flacher oder abgeplatteter, je dünnflüssiger die ausgepreßte Masse ist. Ist dieselbe sehr dünnflüssig, nun so wird sie wie ein Lavastrom fließen. Ferner läßt sich z. B. wohl erkennen, warum Felsen, wie die der sogenannten sächsischen Schweiz gerade diese besonderen Formen haben. Der Sandstein, aus dem sie bestehen, ist horizontal geschichtet und vertical zerklüftet. Alle theilweisen Zerstörungen, welche strömendes Wasser an ihm hervorbringt, folgen diesen Richtungen. Zuerst ist eine obere mächtige Sandsteinplatte bis

auf wenige senkrechte, oben platt abgestutzte Felspfeiler (a) stehen geblieben. Solche sind der Königstein, Lilienstein, Zschirnstein u. s. w. Dann haben offenbar geringere Fluthen in die untere Platte (b) einzelne Thäler eingeschnitten, auch diese wieder wegen der vorhandenen Zerklüftung überall mit ursprünglich senkrechten Wänden und horizontalem Boden. Aber von den senkrechten



Felswänden bröckelte im Laufe der Zeit eine Menge Steingerölle ab, und dieses bildet nun am Fuß jener Pfeiler und am Fuß der senkrechten Thalgehänge eine schräge meist mit Wald bedeckte Schutthalde (c).

Nicht Hebungen und Senkungen sind es, wie zuweilen angenommen worden ist, die diese interessanten Felsformen erzeugt haben. Daß solche nicht die Ursachen sind, lehrt schon die überall horizontale Schichtung und das gleichmäßige Fortsetzen derselben Schichten auf beiden Seiten der Thalgehänge, wie es in obiger Skizze durch die besondere Schicht x angedeutet ist.

Diese Entwickelungen mögen Ihnen eben nur als Beispiele dienen, wie man einzelne Oberflächenverhältnisse allerdings recht gut zu erklären vermag. So leicht wird das aber keineswegs überall.

Wichtiger für das Leben, als diese Erklärungen, sind unstreitig die Einwirkungen der Erdoberflächengestaltung auf das Klima und im Vereine mit diesem auf das Leben der Menschen. Ueber die ersteren hat sich v. Humboldt verbreitet. Ueber die letzteren habe ich mich kürzlich in einer besonderen Schrift „Deutschlands Boden" ausführlich ausgesprochen. Hier nur wenige allgemeine Andeutungen.

Der feste Kern der Erde ist von Wasser und Luft umgeben, und die Grenzen dieser drei Aggregatzustände verschiedener Substanzen sind vorzugsweise der Wohnplatz des organischen Lebens. Wasser und Luft sind allerdings bis zu gewissen Tiefen und Höhen über ihre Grenzen hinaus von lebenden Wesen bewohnt, und auch auf dem Lande schreitet das organische Leben in gewissem Grade von den Ufern und Grenzen der Gewässer nach den trockenen Gegenden, selbst in die wasserleeren Wüsten vor, aber nur in gewissem Grade, soweit die Wechselwirkungen der Aggregatzustände reichen, und immer von ihren Begrenzungen als dem Ausgangspunkte und Maximum der Entwickelung beginnend. In den höchsten Schichten der Atmosphäre, in den größten Tiefen des Meeres und in den innersten Theilen der regenlosen Wüsten des Landes ist ebenso wenig ein dauerndes organisches Leben bekannt, als in den inneren Tiefen der Erde, und beinahe in allen diesen Richtungen ist es der Mensch, der am weitesten vordrang. Aber er, wie alle anderen Organismen, ist bei solchem Versuche steter Gefahr ausgesetzt sein Leben zu verlieren. Daß die Grenzen der drei irdischen Aggregatzustände, wie überhaupt jede Mannichfaltigkeit, die günstigsten Bedingungen für die Entwickelung des Organischen darbieten, lehrt selbst die Geschichte des Menschen. Zu allen Zeiten waren die Länder, welche am meisten vom Wasser berührt werden, z. B. die mit den ausgezacktesten Küsten, unter übrigens gleichen Umständen die cultivirtesten und am meisten bevölkerten; außer der Gestalt der Wassergrenzen hat aber noch die der Luftgrenze einen besonderen Einfluß, weshalb wieder unter übrigens gleichen Umständen die unebensten, am mannichfaltigsten von Bergen und Thälern durchzogenen Gegenden den Vorzug vor den Ebenen haben.

Das westliche und südliche Europa mit der großen Mannichfaltigkeit seiner Wasser- und Luftgrenzen, mit der großen Abwechselung seiner Oberflächenform, ist beinahe so lange, als die Geschichte zurückreicht, der Sitz verhältnißmäßig hoher Cultur und der Centralplatz des thätigsten menschlichen Verkehrs gewesen. Die Mannichfaltigkeit seines Bodens hat die Mannichfaltigkeit und Vielfältigkeit seiner Bewohner bedingt; Griechenland, Italien, Frankreich, Spanien und Großbritannien sind

vorzugsweise durch ihre Wassergrenzen begünstigt; Deutschland mehr durch die Vertheilung seiner Gebirgsketten als durch Meeresgrenzen, auf und zwischen denen sich die einzelnen Volksstämme entwickelten. Wie vernachlässigt ist gegen diese Länder das große Rußland mit seinem einförmigen Boden und beschränkten Wassergrenzen, und wie sehr spiegelt sich nicht diese Einförmigkeit in seinen Bewohnern! Das sind nothwendige Folgen weit zurück liegender geologischer Vorgänge.

Die nachstehende Tabelle giebt das ungleiche Verhältniß der Küstenlänge zur Quadratoberfläche für die einzelnen Welttheile in Zahlen an. Die Meilen sind geographische, deutsche.

Erdtheil.	Oberfläche in Quadratmeilen	Länge der Küstenlinien.	Es kommen Quadratmeilen auf eine Meile Küstenlänge.
Europa	168000	4300	40
Asien	883000	7700	115
Afrika	545000	3500	156
Australien	138000	1900	73
Nordamerika	342000	6000	57
Südamerika	321000	3400	95

Das in dieser Beziehung ungünstigste Festland ist also Afrika, das günstigst gestaltete Europa.

Es ist ganz unverkennbar, wie sehr die Vertheilung der Bevölkerungselemente und deren Bewegungen von der Bodengestaltung abhängig sind. Wenn nun aber die Oberflächengestaltung theils eine Folge des inneren Baues ist, theils wenigstens in innigster Wechselbeziehung mit demselben steht, so muß schon dadurch auch der innere Bau der Erdkruste von großem Einflusse auf seine Bevölkerung sein. Dieser Einfluß stellt sich aber als noch weit mächtiger heraus, wenn man erkennt, wie nicht nur die Form, sondern auch die Zusammensetzung des Bodens den entschiedensten Einfluß auf das organische und geistige Leben übt.

Der Einfluß der Zusammensetzung des Bodens erstreckt sich am allgemeinsten und deutlichsten auf die an ihn gefesselte Pflanzenwelt. Seine specielle Ermittelung ist Gegenstand der landwirthschaftlichen Bodenkunde. Sie zeigt, wie gewisse Pflan-

zenarten vorzugsweise gewissen Gebirgsarten angehören, nach Unger's Bezeichnung „bodenständig" sind, während andere sich weniger vom Boden abhängig zeigen. Als ein Hauptresultat dieser Untersuchungen dürfen wir betrachten: je mannichfaltiger die Zusammensetzung eines Gesteins ist, um so fruchtbareren Boden liefert es. Absolut einfache Gesteine, wie Quarz, Gyps u. s. w., sind deshalb der Vegetation besonders ungünstig. Ganz naturgemäß folgt daraus auch, daß, je mannichfaltiger bei gleichen klimatischen Verhältnissen eine Gegend aus verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt ist, um so mannichfaltiger ihre natürliche Flora sein wird. Auch einige niedere Thiere sind von der Bodenbeschaffenheit unmittelbar abhängig, so die Schnecken von dem vorhandenen Kalkgehalt, und alle höheren, selbst der überall heimische Mensch, sind mittelbar abhängig durch die Vegetation, die unmittelbar oder mittelbar zu ihrer Erhaltung beiträgt. Die Natur der festen Erdkruste wird hierdurch eine sehr wichtige Bedingung der Bevölkerung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Granit-, Syenit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-, Thonschiefer- und Basaltgegenden eine dichtere Bevölkerung durch Feld- oder Waldbau zu ernähren vermögen, als solche, wo reiner Kalkstein, Gyps, Quarz, Sandstein oder loser Sand die Oberfläche bilden. Der größten Bevölkerung durch ihren Bodenertrag sind aber gewisse Gegenden des aufgeschwemmten Landes fähig. Nie darf man jedoch bei solchen Vergleichen übersehen, daß die vegetabilische Productionsfähigkeit des Bodens keineswegs die alleinige Ursache und das einzige Erhaltungsmittel der Bevölkerung ist. Gerade die unfruchtbarsten sind zuweilen die bevölkertsten Gegenden. Irgend eine besondere vom Boden abhängige Industrie, reicher Bergbau, namentlich Kohlenbergbau, ein natürlich bedingter Verkehrsweg oder die Laune eines Herrschers häufen zuweilen die Bevölkerung weit über die durch den localen Vegetationsproceß bedingte Ernährungsfähigkeit an und geben dadurch die Veranlassung zu späteren Wechselfällen, zuweilen sogar zu grenzenlosem Elend der Uebervölkerung. Wäre es möglich, alle äußeren politischen und mercantilischen Ursachen localer Bevölkerungsanhäufung auszuscheiden, so würde es höchst interessant sein, die Bevölkerungsverhältnisse der einzelnen Gebirgsarten genau zu ermitteln, wie ich das durch Ortezählungen für

Sachsen versucht habe und wie v. Bennigsen-Förder in einer Abhandlung über das Zahlengesetz in den Gesteinsformationen in Bezug auf Vertheilung von Thälern, Quellen, fließenden und stehenden Gewässern, Erhöhungen und Ortschaften vornehmlich in Nordfrankreich einen ähnlichen Versuch schon früher (1843) machte.

Keine Krystallgruppe ist ohne besondere Ursache angehäuft, und ebenso liegt jeder menschlichen Ansiedelung, wenn man es genau untersucht, irgend eine besondere Ursache, und zwar in den meisten Fällen eine geognostische zu Grunde. Eine Quelle, die Windung eines Baches oder Flusses, die Vereinigung zweier, die Bucht eines Ufers oder dessen besondere Gestaltung, ein kleiner Felsen, ein schützender Berg, das sind die gemeinsten Ursachen der localen Anlage von Dörfern oder Städten gewesen. Die Beschaffenheit des Baugrundes, die Nachbarschaft guter Bausteine, noch weit entschiedener aber das Ausstreichen von Kalkstein, Steinsalz, Kohlen oder Erzgängen, das sind besondere, oft sehr mächtige Anziehungskräfte für die Ansiedelung der Menschen.

Aber nicht nur die ruhigen Wohnsitze der Menschen zeigen sich abhängig von dem inneren Bau der Erdkruste, auch ihre dauernden oder momentanen Bewegungen sind es. Canäle, Eisenbahnen und Landstraßen werden abgelenkt durch gewisse harte Felsengebiete und angezogen durch weichere, horizontal liegende Schichten, und die meisten großen Völkerschlachten sind in tertiären oder mit Diluvialgebilden bedeckten Niederungen geschlagen worden. Die kriegerischen Bewegungen folgen eben so gut natürlichen Richtungen, als die friedlichen, und es giebt Gegenden, die das Unglück haben, natürliche Schlachtfelder zu sein, gerade so, wie andere das Glück haben, ein natürlicher Stapelplatz des Handels zu sein.

Nehmen Sie noch einmal einen Globus zur Hand, oder die Planigloben in dem vortrefflichen Atlas von Berghaus, auf welchen die ungleiche Vertheilung von Wasser und Land anschaulich gemacht ist. Sie finden, daß auf einer Hälfte der Erde sich die Landfläche zur Wasserfläche nur etwa wie 1 zu 7 verhält, während auf der anderen das Land sogar etwas mehr Raum einnimmt als das Wasser. Das ist von großem Ein-

fluß nicht nur auf die Zahl der Bevölkerung, sondern auch auf den industriellen Verkehr derselben. Diesem Umstande verdankt England außer seinen Eisen- und Kohlenlagern, seinem günstigen Klima und seiner eigenen Bodengestaltung einen großen Theil seines Glanzes und der Entwickelung seiner Nationalität, dadurch ist es der Stapelplatz des Welthandels geworden. Es liegt im natürlichen Mittelpunkte des Verkehrs, beinahe im Mittelpunkte der Landhemisphäre. Auf der anderen Seite finden Sie beinahe mitten in der großen Wasserwüste die einsamen Chatham-Inseln, und gerade diese hatte vor mehreren Jahren unpraktischer Sinn zu Anlegung einer deutschen Colonie erkoren.

Achtundzwanzigster Brief.

Langsame Hebung und Senkung des Landes.

„Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht blos eine scheinbare, der Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Ansicht der Geognosten, aus der langen Beobachtung zusammenhängender Thatsachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen. Auch das Verdienst dieser Ansicht gehört Leopold v. Buch, der sie in seiner denkwürdigen, in den Jahren 1806 und 1807 vollbrachten Reise durch Norwegen und Schweden aussprach, wodurch sie zuerst in die Wissenschaft eingeführt ward. Während die ganze schwedische und finnländische Küste von der Grenze des nördlichen Schonens (Sölvitsborg) über Gefle bis Torneo, und von Torneo bis Abo sich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß), sinkt nach Nilson das südliche Schweden. Das Maximum der hebenden Kraft scheint im nördlichen Lappland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Calmar und Sölvitsborg allmälig ab.“

v. Humboldt S. 312.

Hätte der feste Theil der Erde, ihre starre Kruste, eine ebene, d. h. nur der eines regelmäßigen Rotationssphäroides entsprechende Oberfläche, so würde sie überall gleich dick mit Wasser bedeckt sein. Ihre Unebenheiten, welche den Unterschied von Land- und Meeresboden bedingen, sind wesentlich Folge von Senkungen und Hebungen gewisser Theile der starren Kruste;

nur untergeordnet sind diese Unebenheiten auch durch Zerstörungen, Abspülungen der Oberfläche vermehrt worden. Es würde aber sicher eine unrichtige Vorstellung sein, anzunehmen, dieser gegenwärtige Zustand sei mit einem Male durch Hebungen und Senkungen bedingt worden, oder auch nur eines der großen Festländer sei mit einem Male in seiner jetzigen Gestalt erhoben worden, oder bei ringsum stattfindenden Senkungen übrig geblieben. Jedes Land, welches über die Wasserfläche aufragt, verdankt vielmehr seine gegenwärtige Gestalt einer sehr großen Zahl oft in unermeßlichen Zeiträumen auf einander folgender Vorgänge der Erhebung oder Senkung. Diese Vorgänge scheinen theils plötzlich oder ruckweise eingetreten zu sein, wie sie noch in diesem Jahrhundert mehrfach an den Küsten von Chile beobachtet worden sind, theils sehr allmälig und für die unmittelbare Beobachtung ganz unmerklich, wie uns das Beispiel Skandinaviens lehrt.

Jene ruckweisen Vorgänge lassen sich noch nach Jahrtausenden an den stufenweise mehrfach über einander liegenden alten Uferspuren, Muschelbänken oder Auswaschungen deutlich erkennen, während die langsamen Hebungen oder Senkungen wie durch unmittelbare Wahrnehmung so auch aus ihren Folgen schwieriger erkennbar sind.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß alle großartigen Niveauänderungen der Erdoberfläche ursprünglich durch Abkühlung des Gesammtkörpers der Erde, durch ein Kleinerwerden seiner festen Schale bei eintretender Temperaturverminderung, bedingt wurden; der Art, daß diese Zusammenziehung eine mehr oder minder bedeutende Faltung der starren Kruste und dadurch örtlich ungleiche Wirkung, theilweise Senkungen und theilweise nur relative Hebungen zwischen den sinkenden Regionen verursachte. Für die Beobachtung stellen sich aber selbst die nur relativen Erhebungen als wirkliche dar, und sicher traten und treten noch häufig auch wirkliche absolute Erhebungen ein, wie ich das im nächsten Briefe weiter zu beleuchten gedenke.

Zuweilen ist es schwierig zu unterscheiden, ob man es mit dem Resultat einer Erhebung des Landes, oder eines Zurückweichens des Meeres zu thun hat. Das letztere muß nach hydrostatischen Gesetzen stets ein allgemeines sein, seine Folgen können

sich daher nicht blos örtlich zeigen. Wenn in beschränkten Räumen der Meeresboden trocken gelegt ist, so muß das allemal ein Resultat relativer oder absoluter Erhebung sein. Sank aber in irgend einer Erdregion der Meeresboden in großer Ausdehnung tiefer hinab, so wird das einen allgemein niedrigeren Stand des Meeresspiegels an allen Küsten zur Folge gehabt haben. Ein solcher Fall ist vielleicht am Ende der Diluvialzeit eingetreten.

Die langsame Hebung eines Theiles von Skandinavien ist nicht nur als feststehende geologische Thatsache von großem Werthe, sondern gewinnt auch noch ein besonderes Interesse durch die Geschichte ihrer Entdeckung, die ich Ihnen deshalb kurz mittheilen will.

Schon vor länger als einem Jahrhunderte hat der schwedische Naturforscher Celsius die Behauptung ausgesprochen und durch viele Thatsachen zu beweisen gesucht, daß der Spiegel der Ostsee und des ganzen nördlichen Oceans in allmäligem Sinken begriffen sei. Es ist dies ein ganz allgemeiner Glaube der Küstenbewohner Schwedens, weil sie täglich sehen, daß die alten Wasserstandszeichen vom Meeresspiegel nicht mehr erreicht werden und um so höher darüber liegen, je älter sie sind, daß Klippen, die früher bedeckt waren, neu hervortreten, daß deutliche Küstenbildungen des Meeres, Auswaschungen, Muschelbänke und dergleichen jetzt hoch auf dem Lande liegen, und daß alte Gebäude, die offenbar dicht an das Ufer gebaut wurden, jetzt weit davon entfernt stehen und deshalb ihrem Zwecke zum Theil nicht mehr entsprechen. Diese Thatsachen sind unleugbar, ihre richtige Deutung wurde aber erst zu Anfang dieses Jahrhunderts durch L. v. Buch ausgesprochen. Da nämlich das Zurückweichen des Meeres nicht überall gleich groß ist und an den benachbarten Küsten Schonens und Dänemarks schon durchaus nicht mehr beobachtet wird, so kann nicht ein Sinken des Meeresspiegels, welches ganz allgemein und überall gleichförmig sein würde, die Ursache davon sein. L. v. Buch sprach deshalb nach seiner Rückkehr aus Skandinavien 1807, ohne mit Playfair's gleicher Ansicht bekannt zu sein, die Ueberzeugung aus, daß das ganze Land, von Friedrichshall in Schweden bis nach Abo in Finnland und vielleicht bis Petersburg in langsamem

und für jeden Zeitmoment unmerklichem Emporsteigen begriffen sei.

Der englische Geolog Lyell, welcher diese Behauptung bezweifelte, untersuchte die betreffenden Küstenstriche im Jahre 1834 mit der größten Sorgfalt selbst, und überzeugte sich dadurch auf das Vollkommenste von der wirklich stattgehabten und höchst wahrscheinlich noch fortdauernden allmäligen Erhebung des Landes. In einem ausführlichen Berichte über die Sache hat er eine solche Menge außerordentlicher und vortrefflich beobachteter Thatsachen niedergelegt, daß nun kein Verständiger mehr an der allmäligen Erhebung des untersuchten Landstriches zweifeln kann. Zugleich berichtete Lyell bei dieser Gelegenheit auch über Spuren einer früheren temporären Senkung des Landes, welche bei Grabung eines Canales vom Mälarsee nach der Ostsee durch eine Fischerhütte dargethan wurde, deren Boden sich 60 Fuß dick mit deutlichen Meeresschichten bedeckt, dennoch aber über das Niveau des Meeres erhoben fand. Die langsame Hebung selbst scheint in den letzten 100 Jahren an einigen Orten etwa 1 Fuß, an anderen gegen 2 Fuß, nach Hallström sogar bis über 4 Fuß betragen zu haben, und ähnlich für mehrere Jahrhunderte rückwärts. Es finden sich jedoch Meeresproducte der Jetztwelt 100 Fuß und selbst 600 Fuß über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, welche ein theilweise schnelleres und wohl ruckweises Emporsteigen in früheren Zeiten voraussetzen lassen. Es ist dieses letztere Vorkommen höchst ähnlich einem neuerlich bei Quebeck und am Lorenzstrome in Nordamerika von Lyell beobachteten, wo ebenfalls die Schalen lebender Muschelarten 2, 3, ja selbst 500 Fuß über dem jetzigen Meeresspiegel in einer Geröllformation lagern, und zwar hier Muscheln, welche eigentlich einem viel kälteren Klima angehören, als dem jetzigen dieser Gegend unter dem 47.° nördlicher Breite. Dieser letztere Umstand ist sehr wichtig, wenn man ihn mit den S. 200 entwickelten Ansichten über die Bildung der Geröllformationen in Verbindung bringt.

Sowie von einem Theile Skandinaviens und Finnlands, von ganz Neu-Foundland und Conception-Bay die fortdauernde Erhebung, so ist von Grönland das fortdauernde allmälige Sinken durch mehrere Thatsachen nachgewiesen, und ähnliche Vorgänge scheinen auch noch in anderen Erdgegenden stattzufinden.

Namentlich hat Ch. Darwin nachgewiesen, wie man aus dem besonderen Baue der Koralleninseln und Korallenriffe deutlich erkennen kann, daß in der Südsee gewisse Theile des Meeresbodens sammt den hervorragenden Inseln einer fortdauernden Hebung, andere einer fortdauernden Senkung unterworfen sind, und hiervon werde ich Ihnen noch ausführlicher erzählen.

Ob nun diese langsamen Hebungen und Senkungen des Landes denselben Ursachen zuzuschreiben sind, wie die ruckweisen mit Erdbeben verbundenen, das hat freilich noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt werden können. Doch ist es wohl wahrscheinlich, daß, wie ich Ihnen schon früher schrieb, durch Contraction der festen Kruste veranlaßte constante Strömungen des heißflüssigen Erdinnern langsame Hebungen oder Senkungen, plötzliche Veränderungen des inneren Zustandes aber Erdbeben, ruckweise Niveauänderungen und vulkanische Eruptionen hervorbringen.

Die Gestalt der jetzigen Festländer und Inseln, ihre horizontale Ausdehnung mag nun theils durch langsame, sogenannte seculäre, theils durch ruckweise periodische Erhebungen und Senkungen bedingt sein, die in sehr verschiedenen Zeiträumen auf einander folgten, verhältnißmäßig nur wenig hat dazu die Abspülung der Küsten oder die Anschwemmung an denselben beigetragen; wie aber die wichtigsten Unebenheiten und namentlich die Gebirgsketten entstanden, davon im nächsten Briefe.

Neunundzwanzigster Brief.

Erhebung der Gebirgsketten.

„Jedem Systeme dieser Bergketten ist nach den großartigen Ansichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewiesen, daß das Aufsteigen der Bergkette nothwendig zwischen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuße der Berge sich horizontal erstreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtungen der Schichten), welche von gleichem geognostischen Alter sind, scheinen sich dazu einer und derselben Richtung anzuschließen." v. Humboldt S. 318.

Im gemeinen Leben nennt man jede beträchtliche Anhäufung von Bergen ein Gebirge ohne alle Rücksicht auf deren

besondere Beschaffenheit. In Folge davon ist die geographische Umgrenzung dessen, was man zu einem bestimmten Gebirge rechnen soll, oft sehr schwierig. Die Geologen rechnen dagegen specieller zu einem Gebirge solche Berggruppen, in denen sich ein gewisser Zusammenhang des äußeren und inneren Baues zu erkennen giebt. Für sie sind Gebirge in gewissem Grade individuelle Theile der festen Erdkruste, in denen sich ein gleichsam organischer Zusammenhang der einzelnen Glieder, aus denen sie bestehen, nachweisen läßt. Ein solches Gebirge könnte äußerlich ganz zerstört, bis zum Niveau seiner Umgebungen abrasirt sein, so daß gar keine eigentliche Gebirgserhöhung mehr vorhanden wäre, und man würde seine einstige Anwesenheit und horizontale Ausdehnung aus dem eigenthümlichen Zusammenbau der Gesteine, welche gleichsam seine Wurzel bildeten, doch noch erkennen können. Solche geologisch individualisirte Gebirge sind durch gemeinsame Vorgänge entstanden, und das ist die Ursache ihrer zusammenhängenden inneren Gliederung. Die Ursachen ihrer Entstehung sind in der Regel locale Erhebungen.

Die Gebirge sind aber sowohl nach ihrem äußeren, als nach ihrem inneren Bau sehr verschieden. Keines gleicht genau dem anderen, doch lassen sich gewisse allgemeine Aehnlichkeiten und Unterschiede erkennen, wonach man sie sowohl rücksichtlich ihrer äußeren Form, als rücksichtlich ihres inneren Baues in Abtheilungen bringen kann.

Nach der äußeren Form, ihrer horizontalen Ausdehnung, pflegt man Kettengebirge und Massengebirge (Centralgebirge) zu unterscheiden. Die Kettengebirge bilden lange, gewöhnlich mehrfache Bergreihen und entsprechen in dieser Beziehung den Vulkanreihen. Die Massengebirge sind ziemlich gleichmäßig um einen Centralpunkt gruppirt, der oft ihr höchster Gipfel ist. Sie entsprechen den Vulkangruppen. Solche Kettengebirge sind z. B. die Alpen, der Jura, der Thüringer Wald; ein recht schönes Beispiel der seltneren Massengebirge liefert dagegen der Harz. Doch auch bei den Massengebirgen läßt sich gewöhnlich noch eine vorherrschende oder Hauptrichtung erkennen, die nur bei den Kettengebirgen viel deutlicher hervortritt.

Rücksichtlich des inneren Baues habe ich unterschieden[36]):

durch Seitendruck erhobene Gebirge, und durch verticale Erhebung entstandene Gebirge, mit oder ohne Durchbruch eruptiver Gesteine (vulkanische und plutonische Gebirge). Bei den letzteren, den durch verticale Erhebung entstandenen, unterscheide ich wieder solche, in denen gar kein eruptives Gestein als Centralmasse zum Vorschein kommt, Centralmassengebirge oberen, mittleren und unteren Querschnittes, sowie durch Ausfluß und äußerliche Anhäufung der Eruptivgesteine entstandene Gebirge; letztere sind die vulkanischen. Ich werde versuchen, Ihnen diese Unterschiede weiter deutlich zu machen und dazu einige allerdings ganz und gar ideale Zeichnungen benutzen.

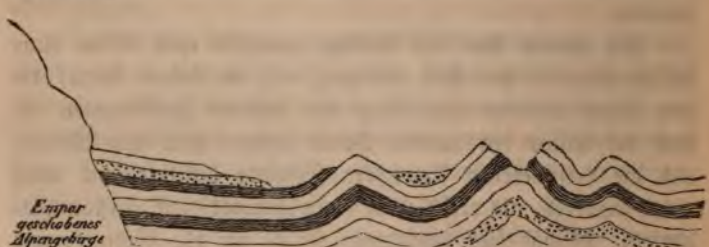
Der Bau eines jeden Gebirges ist unfehlbar das Resultat seiner Entstehungsgeschichte, und nur aus seiner Totalauffassung ist dieselbe in gewissem Grade zu ermitteln. Diese Geschichte aber umfaßt stets Acte der Bildung und Acte der Zerstörung. Die Bildung oder Erhebung ist eine Folge vulkanischer Thätigkeit, die äußerliche Zerstörung dagegen ist größtentheils Folge der Abschwemmung durch Wasser in unermeßlich langen Zeiträumen.

Der innere Bau der Gebirge gewährt weit bessere Aufschlüsse über die Art ihrer Bildung, als die äußere Form, die zum Theil offenbar eine Folge der späteren Zerstörungen ist. Aus der Natur des inneren Baues erkennt man sein Werden, und die verschiedenen Arten der Zustände desselben sind meist nichts Anderes, als verschiedene Entwickelungs- und Zerstörungsphasen. Gewiß sehr bezeichnend ist es für alle Gebirge, und in engster Beziehung zu ihrer Bildungsweise, daß in ihnen vorzugsweise häufig die krystallinischen Massen- und Schiefergesteine (Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Syenit, Grünstein, Porphyr, Trachyt, Basalt u. s. w.) auftreten, und daß die deutlich aus Wasser abgelagerten geschichteten Gesteine, wo sie im Innern von Gebirgen sich zeigen, fast stets deutlich aus ihrer ursprünglichen Lagerung gerückt, gehoben, gebogen, geknickt, aufgerichtet oder vielfach zertrümmert sind. Es deutet dieses allgemeine Verhalten sehr entschieden auf die gewaltsame Art der Gebirgsbildung hin, ja es ergiebt sich daraus eben als allgemeinstes Resultat, daß alle wahren Gebirge durch vulkanische (oder plutonische) Thätigkeit erhoben sind. Die Art, Energie, Form,

räumliche Ausdehnung, Zeit und Zeitdauer dieser Erhebung jedoch, sowie der Grad der später eingetretenen Zerstörungen, sind bei den einzelnen Gebirgen sehr ungleich, und diese Umstände bedingen die wesentlichsten Unterschiede des beobachteten inneren und äußeren Baues.

Ueberblicken wir nun nach dieser Vorbemerkung die oben angedeuteten Unterschiede des inneren Baues.

Durch Seitendruck erhoben oder vielmehr zusammengeschoben, gefaltet, sind höchst wahrscheinlich einige kleine Gebirgsketten in der Nachbarschaft größerer. In ihnen ist keine Spur hervorgepreßter eruptiver Gesteine zu finden, sie bestehen nur aus aufgerichteten oder gleichsam parallel gefalteten Schichtgesteinen. Solche Gebirgsketten finden sich in sehr kleinem Maßstabe mehrfach zwischen dem Thüringer Wald und dem Harz, so die Finne und die Schmicke. Wahrscheinlich gehört auch die Jurakette in diese Klasse. Ein ganz idealer Querschnitt der letzteren dürfte ihre Entstehung durch Seitendruck bei Erhebung der Alpen mehr erläutern.



Einen ganz ähnlichen Bau zeigen indessen auch solche Gebirgsketten, bei denen man durch ihre Verbindung mit anderen und durch das häufige Hervortreten von Mineralquellen auf die Vermuthung geführt wird, daß sie durch empor drängende Massen erhoben worden sind, welche nur nicht das Niveau erreichten, welches der Beobachtung zugänglich ist. Das sind dann durch verticale Erhebung entstandene Gebirge ohne sichtbare Eruptivgesteine. Ich rechne die Weserketten mit dem Teutoburger Walde zu diesen, da sie nur aus gefalteten Schichtgesteinen bestehen, aber in die Verlängerung der Hauptaxe des Harzes fallen, und viele kohlensaure Mineralquellen enthalten, die auf plutonische Thätigkeit deuten.

Eine dritte Klasse bilden nun also die Centralmassengebirge. In ihnen sind außer den erhobenen, aufgerichteten und gefalteten Schicht- und Schiefergesteinen auch Eruptivgesteine beobachtbar, die man wenigstens als erste oder theilweise Ursache der Erhebung betrachten darf. Bei ihnen zeigen sich nun aber besonders auffallend die ungleichen Folgen geringerer oder stärkerer Zerstörung von Außen, durch Verwitterung und Abschwemmung. Zuweilen sind nur kleine Kerne der Eruptivgesteine und ohne Umhüllung von krystallinischen Schiefern frei gelegt, wie am Harz, dessen ganz idealer Querschnitt das versinnlichen mag.

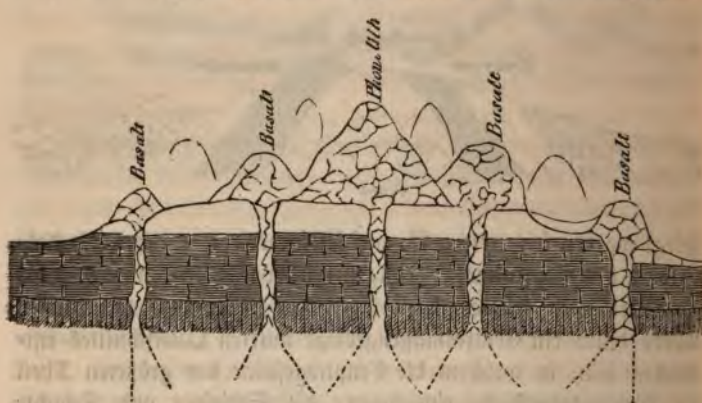
Ich nenne diese Centralmassengebirge oberen Querschnittes. Wäre die Zerstörung und Wegschwemmung tiefer eingedrungen, so würden wahrscheinlich nicht nur größere Flächenräume des Granites, sondern auch ein Raum von krystallinischen, auf den Zeichnungen dunkel schraffirten Schiefergesteinen um denselben herum frei

gelegt worden sein, wie z. B. am Riesengebirge, welches ich deshalb zu den Centralmassengebirgen mittleren Querschnittes rechne.

Bei noch tieferem Eindringen der Zerstörung von Außen würde dann ein Centralmassengebirge unteren Querschnittes entstanden sein, in welchem die Eruptivgesteine den größeren Theil der Gebirgsoberfläche einnehmen, die Schiefer- und Schichtgesteine nur noch am äußeren Rande auftreten, wie z. B. beim Odenwald.

Diese durch ungleich tief eindringende Zerstörung hervorgebrachten Unterschiede sind unabhängig von der absoluten Höhe der Bergketten, welche durch die Energie und Dauer (Größe) der Erhebungen bedingt und durch die Zerstörung nur theilweise verringert wurde. Von selbst versteht es sich, daß die durch verticale Erhebung ohne sichtbare Eruptivgesteine entstandenen Gebirge eigentlich nur einen noch höheren Schnitt der Centralmassengebirge darstellen, durch tiefere Zerstörung würden sie in diese übergehen, wie denn überhaupt alle diese Unterschiede nur schematische sind, die in Wirklichkeit durch die entschiedensten Uebergangsformen mit einander verbunden werden.

Etwas schärfer unterscheiden sich die durch Ausfluß und äußerliche Anhäufung eruptiver Gesteine entstandenen Gebirge, die am meisten den noch thätigen Vulkan-Gruppen und Reihen entsprechen.



Gewöhnlich bestehen sie aus einer Vereinigung fast isolirter Basalt-, Trachyt- und Phonolithberge, die oft sehr regelmäßig kegelförmig

gestaltet sind. Diesen Gebirgen fehlen meist eigentliche Rücken und lange Thäler, oft sind auch die durchbrochenen Schichtgesteine, auf denen die Berge ruhen, nur äußerst wenig aus ihrer ursprünglichen Lagerung gebracht oder aufgerichtet. So z. B. in dem schönen böhmischen Mittelgebirge, von dem auf der vorhergehenden Seite (unten) wieder ein durchaus idealer Querschnitt gegeben ist.

Ich habe da im Vorstehenden viel von Erhebung der Gebirge gesprochen und muß nun wegen dieses Ausdruckes noch eine Bemerkung zufügen. Derselbe hat nämlich neuerlich besonders durch den französischen Geologen Constant Prevost Anfechtungen erfahren. Prevost sagt: Die Gebirge sind eigentlich nicht durch Erhebung, sondern nur durch wegen Erkaltung eingetretener Zusammenziehung der festen Erdkruste entstanden, sie sind also mehr Folgen der Senkung ihrer Umgebung, als wahrer Erhebung, es sind nur Faltungen, nicht wirkliche Erhebungen der festen Erdkruste.

An dieser Behauptung mag etwas Wahres sein. Es mag sein, daß die Hauptursache der Gebirgserhebung, wie der vulkanischen Eruptionen, eine fortschreitende sehr geringe Zusammenziehung, Contraction, der äußeren festen Erdkruste, durch ihre Erkaltung war und noch ist. Elie de Beaumont hat aber gegen Prevost mit großem Rechte geltend gemacht, daß die Verkleinerung des Erdhalbmessers durch Contraction sicher niemals so viel betragen hat, als die Höhe der dadurch gebildeten Gebirge. Die Contraction betrifft die gesammte starre Hülle des Erdkörpers, eine Verringerung ihres Halbmessers um einen Fuß bedingt für die eingeschlossene flüssige Masse schon eine so ungeheuere Raumverminderung, daß dadurch enorme Quantitäten örtlich hervorgepreßt werden mußten. Diese Hervorpressungen aber veranlassen vulkanische Ausbrüche oder Erhebungen. Wenn die feste Schale einer Hohlkugel oder mit Flüssigem gefüllten Kugelschale, als welche wir die starre Erdkruste ansehen können, kleiner werden soll, dann muß sie hie und da zerspringen oder sich falten, die Folgen dieses Vorganges sind dann locale Eruptionen oder Erhebungen durch Faltungen, verbunden mit gewaltigen Erschütterungen. Diese localen Erhebungen werden aber nothwendig sehr viel mehr betragen als die allgemeine Senkung, und es wird folglich der Erdhalbmesser durch sie örtlich wirklich ein grö-

ßerer werden, während er im Allgemeinen kleiner wird. Der Ausdruck Erhebung behält deshalb ſeine volle Berechtigung.

Doch ich wende mich nach dieſer kleinen Abſchweifung wieder dem Weſentlichen unſerer Betrachtung zu. Aus ſehr vielen Thatſachen ergiebt ſich, daß der Bildungsproceß, die Erhebung der Gebirge ebenſo wie ihre äußerliche Zerſtörung und Thaldurchfurchung (Thalerweiterung durch Spaltenauswaſchung) ſtets ein außerordentlich lange dauernder, langſamer war und noch iſt. Sehr viele auf einander folgende locale Hebungen, die der einmal gebrochenen Bahn folgten, ſind nöthig geweſen, um ein irgend bedeutendes Gebirge hervorzubringen, und dieſe können durch lange Perioden der Ruhe, in welchen allmälige Abſchwemmung wirkte, oder ſogar durch temporäre Senkungen, die dazwiſchen fallen, unterbrochen worden ſein. Theilweiſe läßt ſich der Wechſel ſolcher Perioden aus dem ungleichen Verhalten der Flötzformationen nachweiſen. Sind einige ſtärker erhoben oder aufgerichtet, als andere, und läßt ſich vermuthen, daß jene von einer größeren Zahl einzelner Hebungen betroffen wurden, als dieſe, und ſind einzelne gar nicht aus ihrer horizontalen Anlagerung geſtört, ſo kann man ſchließen, daß ſie erſt nach der letzten Erhebung abgelagert wurden. Sind endlich einige nur auf einer Seite einer Gebirgskette vorhanden, ſo läßt ſich daraus ſchließen, daß zur Zeit ihrer Ablagerung das Gebirge bereits in gewiſſem Grade vorhanden war und dadurch eine Ablagerungsſcheide, eine Art Damm bildete, während bei älteren, auf beiden Seiten vorhandenen dieſe Scheide fehlte, oder bei neueren nicht mehr die ungeſtörte Ausdehnung beſaß, um ein Hinderniß der Ausbreitung für die Ablagerung bilden zu können.

Nachſtehende Figur mag dieſe Verhältniſſe auf eine durchaus ſchematiſche oder ideale Weiſe erläutern. Die älteſte For-

mation a ist auf beiden Seiten des Gebirges A sehr stark aufgerichtet, sie war bei der ersten Erhebung bereits vorhanden. Als b sich ablagerte, bildete das Gebirge eine Ablagerungsscheide der Art, daß nur auf der einen Seite B die Ablagerung dieser Formation b erfolgen konnte. Aber das Gebirge wurde nachher noch mehr in die Höhe geschoben und richtete dabei die Schichten von b auch noch auf, nur nicht so stark als die von a. Als dagegen die Formationen c, c abgelagert wurden, bildete das Gebirge durch irgend einen Umstand nicht mehr eine Wasserscheide, und die Ablagerung derselben erfolgte deshalb auf beiden Seiten B und C, auch fand nachher keine Erhebung der Gebirgskette, die hier quer durchschnitten gedacht ist, mehr statt, weshalb c überall ungestört in seiner horizontalen Lagerung verblieb. Solche Unterschiede und Vorgänge haben nun aber bei den meisten Gebirgen in sehr complicirter Weise stattgefunden, der Art, daß es nicht immer leicht ist, sie aus ihren Folgen deutlich zu erkennen.

Elie de Beaumont war es, welcher zuerst darauf aufmerksam machte, daß in manchen Gebirgsketten die Schichten gewisser Flötzformationen aufgerichtet sind, während die anderer, und zwar stets jüngerer, horizontal liegen. Er schloß daraus mit Recht, daß nach Ablagerung der ersteren eine gewaltsame Störung des ursprünglichen Zustandes eingetreten sein müsse, welche höchst wahrscheinlich mit der Gebirgserhebung zusammenfalle, durch sie bedingt sei, und daß ferner nach Ablagerung der noch jetzt in ungestörter horizontaler Stellung verharrenden Schichten keine gewaltsame Störung, also auch wohl keine Erhebung des Gebirges als solches stattgefunden haben könne. Daraus folgerte er nun ferner, daß die Erhebung zwischen den Ablagerungszeiten der beiden Flötzformationen stattgefunden haben müsse, deren Schichten sich so verschieden verhalten. Wenn also z. B. in einer Gebirgskette die Triasgruppe a und die Juraformation b aufgerichtete Schichten zeigt, während Kreideschichten c horizontal liegen, so geht daraus hervor, daß die Gebirgs-

erhebung A zwischen der Jura- und Kreideablagerung stattgefunden hat. Bei B sind auch die Kreidebildungen c aufgerichtet und nur Molasseschichten liegen horizontal daran, daraus ergiebt sich also, daß die Gebirgskette A überhaupt älterer Entstehung ist, als die B. v. Humboldt bemerkt hierzu sehr richtig, daß nun außer dieser mit der eigentlichen Gebirgserhebung verbundenen Schichtenstörung noch ältere stattgefunden haben können, deren Spuren man vielleicht an weit älteren Schichten beobachtet. Elie de Beaumont ist aber noch viel weiter gegangen, er behauptet, daß die gleichzeitigen Gebirgskettenerhebungen auch immer in gleichen Richtungen oder vielmehr einem größten Kreise parallel erfolgt seien, und daß man daher auch schon aus der Richtung der Gebirge auf das relative Alter ihrer Erhebung schließen könne, wenn man einmal dieselbe Richtung an einem Gebirge beobachtet hat, dessen Alter bestimmt ist.

Auf diese Weise glaubt er nach und nach einige zwanzig bestimmte Richtungen von Gebirgen, sogenannte „Gebirgssysteme" oder „Erhebungssysteme", beobachtet zu haben, denen ein bestimmtes relatives Alter zukomme. Das sind die einfachen Grundsätze der Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, deren Grundidee z. Th. eigentlich wohl von L. v. Buch ausgeht.

Noch mehr! in seiner 1852 erschienenen Schrift sur les systèmes de montages sucht Elie de Beaumont sogar nachzuweisen, daß die Gebirgskreise eine Art von idealem Netz um den ganzen Erdkörper bilden, dessen Fäden sich unter bestimmten Winkeln schneiden, welche eine krystallographische Bedeutung haben, d. h. sich auf die Flächen bestimmter in den Erdkörper hineingedachter Krystallformen zurückführen lassen. Es würde nicht nur viel Raum kosten, wenn ich Ihnen diese Ideen weiter auseinandersetzen wollte, sondern ich halte das auch für ganz unnöthig, da dieselben mir wie vielen anderen Geologen als bloße Phantasiegebilde erscheinen, zu denen sich zuweilen auch die größten Geister verleiten lassen, wie wir später im 3. Band dieser Briefe an dem Beispiele Keppler's zu sehen Gelegenheit haben werden, der sich die Entdeckung der sogenannten Harmonie der Sphären zur Lebensaufgabe machte. Alexander v. Humboldt hat sich über die bisherigen Versuche, das Gesetzmäßige

in der Richtung und Vertheilung der Gebirgsketten aufzufinden, sehr treffend ausgesprochen, indem er sagt „Wenn auch viele Naturprocesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Elektro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingung) reducirt, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind; so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursache chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahnercentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abstande ihrer Satelliten, in der Gestalt der Continente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten.“ Aber auch gegen Elie de Beaumont's Erhebungssysteme und diese ganze Theorie der ruckweisen plötzlichen Gebirgsbildung auf einmal, sind sehr begründete Einwendungen erhoben worden. Namentlich hat man auf das Bestimmteste nachgewiesen, daß die Richtung der Gebirge keineswegs eine so ganz constante ist, als diese Theorie voraussetzt, daß ungleichzeitige Erhebungen zuweilen in ganz paralleler, gleichzeitige dagegen in sehr verschiedener Richtung erfolgt sind. Ferner ist es auch sicher erwiesen, daß die meisten Gebirge erst durch mehrmalige, durch große Zeiträume von einander getrennte Erhebungen ihre jetzige Gestalt erhalten haben. Im Thüringer Walde z. B. läßt sich eine Erhebung bald nach der Grauwackenbildung, eine zweite nach der Ablagerung des Rothliegenden und eine dritte nach der Ablagerung der Leiasformation deutlich nachweisen, während man aus einer Zone von Korallenriffen als wahrscheinlich erkennt, daß dieses Gebirge schon während der Ablagerung der Zechsteinformation ungefähr in seiner heutigen Ausdehnung und Hauptform (nicht Höhe) aus dem damaligen Meere als Halbinsel hervorragte.

Ueberhaupt ist es nicht erwiesen und vielmehr höchst unwahrscheinlich, daß große Gebirgsketten plötzlich in ihrer ganzen Höhe und Ausdehnung über die Erdoberfläche emporgeschoben seien. Die Analogie spricht vielmehr für die Ansichten Lyell's, nach welchen diese Gestaltveränderungen der Erdoberfläche durch viele aufeinanderfolgende kleinere Erhebungen hervorgebracht sind. Ist das richtig, dann sind auch die im Kosmos S. 320 angedeuteten Befürchtungen möglicher Erhebungskatastrophen un-

begründet, um so mehr, wenn wir nach der Erkaltungstheorie des Erdkörpers vielleicht voraussetzen dürfen, daß die Energie der vulkanischen Thätigkeit allerdings immer mehr und mehr abgenommen hat; und damit steht es nicht in Widerspruch, daß einige in den neuesten geologischen Epochen erhobene Gebirgsketten, wie die Alpen und die Anden, besonders hoch aufragen, weil eben nicht anzunehmen ist, daß sie mit einem Male, auf einen Ruck, zu solchen Höhen erhoben wurden, sondern vielmehr durch viele Tausend aufeinander folgende Stöße, wie sie z. B. am Westabhange der südlichen Anden noch jetzt fortdauern.

Daß aber die Gebirgsketten der Erde in der That sämmtlich nichts Anderes sind als Resultate von (vulkanischen oder plutonischen) Erhebungen, darüber sind alle wahren Geologen einig. Das Wasser hat immer nur Ausfurchungen, theilweise Wegspülungen, oder durch ungleichförmige Auflagerung höchstens flache Hügelketten, den Sanddünen entsprechend, hervorgebracht.

Wären die Gebirge, wie viele Neptunisten es annahmen, nur Ueberreste allgemein verbreiteter Gesteinsablagerungen, hervorgegangen aus großartigen Zerstörungen durch Wasser, so würden sie in ihrer Form überall dem Wasserlaufe entsprechen, stets die Wasserscheiden der Stromgebiete bilden, und ihr innerer Bau würde nicht die besonderen Erscheinungen zeigen, die man, wie wir sahen, überall darin beobachtet.

Die gegenseitige Lage der Gebirge hat, wie gesagt, noch nicht auf ein bestimmtes Gesetz zurückgeführt werden können; frühere Geographen nannten sie zuweilen das Knochengerüste der Erde und meinten, daß alle Gebirge in einem organischen Verbande mit einander ständen. Dann meinte man schon lange vor Elie de Beaumont und in anderm Sinne, sie bildeten eine Art Netz über die Oberfläche der Erde wie die Netzwülste auf der Oberfläche einer Melone, man suchte zu dem Ende sogar ihren untermeerischen Zusammenhang nachzuweisen. Auch sehr bestimmte vorherrschende Richtungen glaubte man nachweisen zu können; aber alle diese Voraussetzungen haben sich als nichtig erwiesen. Die Gebirge stehen oft sehr selbstständig da, während sie anderwärts sich vielfach mit einander verketten. Sie lassen zuweilen einen sehr entschiedenen Einfluß auf die Vertheilung

des Flüssigen, auf den Bau der Continente und Inseln erkennen, während anderwärts dieser von ihren Hauptrichtungen wesentlich abweicht. Aus Allem ergiebt sich, daß die Ursache ihrer Entstehung zwar eine sehr wesentliche, aber nicht die alleinige Ursache der Erdoberflächengestaltung war.

Dreißigster Brief.

Fluth und Ebbe.

„Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und sehr eingeschlossenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), sind durch die Newton'sche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt." v. Humboldt S. 324.

Sie waren wohl schon in einer Hafenstadt und wissen aus eigener Anschauung, mit welcher Sicherheit man da die periodischen Anschwellungen des Meeres, den Wechsel von Fluth und Ebbe, vorausbestimmt und wie eine große Zahl von Beschäftigungen ganz auf diesem Wechsel beruht. Sie haben auch schon gehört und im Kosmos gelesen, daß diese Anschwellungen des Meeres von der Anziehung des Mondes und der Sonne herrühren, in der Art, daß sich die Erde unter den flachen, durch Anziehung bewirkten Wasserhügeln alle 24 Stunden beinahe zweimal hinwegdreht (etwas genauer alle 25 Stunden), so daß jeder Ort des Meeres täglich ungefähr zweimal Fluth und zweimal Ebbe hat. Diese Fluthhügel würden sich auf eine sehr einfache Weise, den Stellungen von Mond und Sonne entsprechend, über die Erdoberfläche hin, oder vielmehr diese unter ihnen hinweg bewegen, wenn nicht das in unregelmäßiger Gestalt aus dem Meere hervorragende Land eine Menge Störungen des normalen Verlaufes hervorbrächte. Dadurch wird die factische Erscheinung so complicirt, daß sie sich nicht mehr a priori aus den wirkenden Attractionen ohne vorgängige Be-

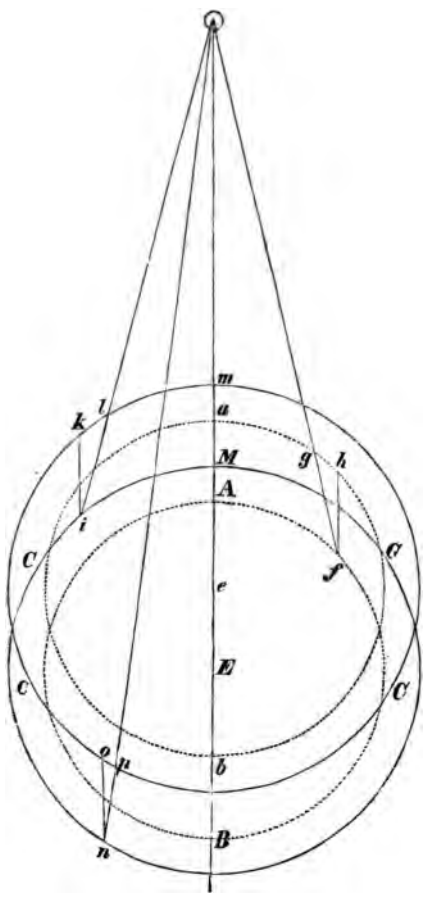
obachtung für jeden Ort berechnen läßt, wie es bei einer überall gleich dick mit Wasser bedeckten Erdoberfläche sehr leicht sein würde. Die Verzögerungen und die mittleren Anschwellungsgrößen kann man für jeden Ort der Erde nur durch Beobachtungen bestimmen; sind diese Umstände aber einmal bestimmt, dann lassen sie sich für folgende Fälle aus den Constellationen von Mond und Sonne genau voraus berechnen. Die Erscheinung von Fluth und Ebbe hat durch ihre veränderliche Periodicität etwas an die Erscheinungen des organischen Lebens Erinnerndes. „Es ist nicht zu verwundern, daß man zu einer Zeit, welche die Erklärung der Fluth und Ebbe noch nicht herbeigeführt hatte, ihren Mangel durch diese Vergleichung zu ersetzen suchte, und, um es nicht bei einem bloßen Gleichnisse bewenden zu lassen, die Erscheinung sogar als ein Zeichen eines Lebens der Erde ansah. Allein eine gründlichere Naturlehre hat uns seit Newton's großer Zeit von diesem Irrthume befreit, indem sie gezeigt hat, daß Fluth und Ebbe aus dem Gehorsame hervorgehen, welchen alles Körperliche, also auch das Flüssige auf der Erde, derselben Kraft leisten muß, welche die Himmelskörper in ihren Bahnen, sowie die Pendeluhren in ihrem Gange erhält. Sie hat gezeigt, daß die Erscheinung nicht nur im Ganzen, sondern auch in allen ihren Veränderungen, dermaßen der Rechnung folgt, daß man Jahrhunderte lang vorausbestimmen kann, wenn an einem gegebenen Tage eine Fluth eintreten und bis zu welcher Höhe sie gelangen muß. Wenn das Ereigniß selbst mit dieser Rechnung nicht übereinstimmt, so ist die Ursache des Fehlers nicht weit zu suchen: ein Sturm in der Nähe des Ortes, wo er sich zeigt, bringt ihn hervor, und über die Grenzen des Sturmes und seiner Einwirkung hinaus findet er nicht mehr statt. Die Newton'sche Naturlehre hat also Fluth und Ebbe vollständig erklärt, oder mit anderen Worten, sie von allem Wunderbaren entkleidet und sie in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt. Nur eine Erscheinung bleibt wunderbar dabei, und dies ist die Kraft der mathematischen Hülfsmittel, welche der menschliche Verstand zu seiner eigenen Verstärkung geschaffen hat, und durch deren Beistand es ihm möglich geworden ist, eine Reihe von Folgerungen in Verbindung zu setzen, die von den Bewegungen der Sonne und des

Mondes bis zu den Bewegungen des Meerwassers führen, und beide Wirkungen einer Ursache, so verschiedenartig sie auch hervortreten, so fest an diese zu knüpfen, daß man sogar Kenntnisse, welche auf die Beobachtungen und Rechnungen der Astronomen Einfluß haben, von den Maßstäben ablesen kann, welche man in den Häfen angebracht hat, um daran die Wasserhöhen zu beobachten.“ [1])

Newton's Methode der Naturforschung besteht darin, daß sie die Erscheinungen nicht als für sich bestehende Thatsachen betrachtet, sondern ihre Ursachen aufsucht und wenn sie dieselben gefunden, aus ihnen auch theoretisch die Erscheinungen ableitet, welche dann mit den factischen so weit übereinstimmen müssen, als die Vollkommenheit der Beobachtungen und die Mannichfaltigkeit der kleinen, sich der Rechnung entziehenden Störungen erlaubt. Auf diese Weise fand Newton die allgemeine Schwere, das Bestreben jedes körperlichen Punktes, alle übrigen körperlichen Punkte anzuziehen, als eine Ursache der Bewegungen aller Himmelskörper. Auch Fluth und Ebbe sind hiervon eine Folge. Durch Uebereinstimmung von Ursache und Wirkung ist das auf's Vollständigste erwiesen.

Lassen Sie mich nun versuchen, Ihnen die sehr in das Gebiet der Mathematik fallenden Ursachen von Fluth und Ebbe nach Newton's Lehren möglichst deutlich zu machen. Voraussetzen muß ich dabei, daß Ihnen der Unterschied zwischen festen und flüssigen Körpern klar vorschwebt und daß Sie sich auch erinnern, daß die allgemeine Anziehung der Körper mit ihrer Entfernung von einander abnimmt. Fluth und Ebbe werden also durch Mond und Sonne bedingt; um die Betrachtung zu vereinfachen, lenke ich Ihre Aufmerksamkeit aber zunächst nur auf die Sonne, für den Fall, daß die ganze Erde überall gleich dick mit Wasser bedeckt wäre. Die Bahn der Erde ist, wie Sie wissen, ein beständiges Fallen nach der Sonne (⊙ auf umstehendem Holzschnitt). Es betrage dasselbe z. B. in einer Minute so viel, daß dadurch der Mittelpunkt E nach e gerückt würde, wenn nicht gleichzeitig eine andere Kraft das Fallen in einen Umschwung verwandelte. Die festen Theile der Erde können dieser Kraft nur im Ganzen und ohne Aenderung der Gestalt folgen, obwohl die der Sonne näheren bei A stärker ange-

zogen werden als z. B. die bei B und C. Die ganze feste Erde, deren Umkreis hier durch punktirte Linien bezeichnet ist, während die ausgezogenen Kreise die Oberfläche der Wasserhülle darstellen, rückt, der Schwere folgend, in die Stelle a C b C. Auch können die festen Theile bei f nicht der wahren Anziehungsrichtung f g folgen, sondern sie sind gezwungen, den Weg nach h zurückzulegen, d. h. der Effect, den die Anziehung auf die festen Theile der Erde hervorbringt, ist nicht gleich der Anziehung jedes einzelnen Theiles, sondern gleich der Anziehung der Gesammtmasse oder, was dasselbe ist, ihres Schwerpunktes E. Der Punkt A fällt daher, obwohl er stärker angezogen wird, in derselben Zeit durch keinen längeren Weg als B oder C oder f, und alle fallen parallel statt concentrisch gegen ⊙, während allerdings die Tendenz ihres Fallens nicht dieselbe ist. Das ist aber anders bei flüssigen Körpern, wie bei dem Wasser (und der Luft). Das bewegliche Wassertheilchen i fällt nicht nach k, sondern nach l zu, und weil es etwas entfernter von der Sonne ist als M, in derselben Zeit nicht genau ganz so weit als M. Durch diese Fallrichtungen und Größen



entsteht, wie Sie sehen, nothwendig ein Bestreben aller Wassertheilchen in der Richtung nach m zusammenzurücken, und daraus wird ein Fluthhügel, unter welchem die feste Erde A C B C sich hinwegdreht.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die andere Seite der Erde. Ein Wassertheilchen bei B und bei n wird nicht so stark von der Sonne angezogen als bei M oder bei i, es fällt deshalb nicht ganz so schnell (in derselben Zeit nicht so weit) gegen die Sonne als M oder i, welche Differenz jedoch durch die Massenanziehung der fallenden Erde fast ganz aufgehoben wird. Es fällt aber auch nicht in der Richtung n o, wie ein festes Theilchen fallen würde, sondern nach p zu. Wir sehen also auch hier ein Zusammenrücken der Wassertheilchen nach der Mittellinie B ⊙ zu bedingt, wodurch auch auf dieser Seite ein Fluthhügel entstehen muß, unter welchem ebenfalls die feste Erde sich beständig hinwegbewegt. Durch diese Anhäufungen von Wasser in der Richtung der Sonne und ihr gegenüber, deren Massen man für eine überall gleich dicke Meeresbedeckung auf etwa 100 Cubikmeilen berechnet hat, entsteht nothwendig nach den Regionen C C ein verhältnißmäßiger Wassermangel, und dieser bewirkt die Ebbe. Die Umdrehung der Erde aber bringt den beständigen Wechsel von Fluth und Ebbe hervor. Wäre die Sonne die einzige oder auch nur die Hauptursache davon, so würde dieser Wechsel genau täglich vier Mal eintreten. Aber nicht die Sonne allein wirkt in dieser Art ungleich auf die festen und flüssigen Theile der Erde, sondern auch der Mond und zwar dieser wegen seiner viel geringeren Entfernung bei Weitem überwiegend. Das Ueberwiegen der Mondwirkung ist um so größer, da es sich hierbei vorzugsweise auch um die Unterschiede der Entfernungen, z. B. um den Unterschied zwischen M ⊙ und i ⊙ handelt, und diese Unterschiede sind für den nahen Mond viel größer als für die ferne Sonne. Dadurch entstehen, streng genommen, vier Fluthhügel, zwei größere durch den Mond und zwei kleinere durch die Sonne veranlaßte. Die ersteren wiederholen sich wegen der Erdumdrehung an jedem Orte alle 24 Stunden genau zwei Mal, die letzteren wegen der gleichzeitigen Mondbewegung alle 25 Stunden zwei Mal. Die letzteren sind zwei und ein halb Mal so bedeutend als die er-

steren, nur sie werden deshalb vorzugsweise wahrgenommen und Fluth genannt. Ihre Erscheinung ist natürlich um so größer, je mehr sie mit den Wirkungen der Sonne zusammenfallen, um so kleiner, je mehr die Sonnenfluth in die Mondebbe fällt. Je mehr beide Himmelskörper in einer Richtung stehen, desto größer ist folglich ihre gemeinsame Fluthwirkung. Am kleinsten während des ersten und letzten Viertels des Mondes, größer bei Vollmond und Neumond (Springfluth), am größten bei Sonnenfinsternissen, die in Zeiten eintreten, in welchen der Mond der Erde und die Erde der Sonne besonders nahe stehen. Doch wirken außerdem auch noch die herrschenden Winde sehr modificirend auf die Größe und selbst auf die örtliche Eintrittszeit von Fluth und Ebbe ein.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß auch die Atmosphäre solche Fluthhügel bilde, aber es sind bis jetzt nur sehr geringe Spuren davon aufgefunden worden.

Ebenso muß, wenn die Erde einst heißflüssig war und im Innern noch heißflüssig ist, die Stellung von Mond und Sonne dergleichen Bewegungen hervorgebracht haben, und so weit es der Raum erlaubt, noch hervorbringen, oder wenigstens ein Streben dazu veranlassen, welches möglicher Weise die Ursache zu Erderschütterungen werden kann. Hiermit dürfte der merkwürdige Umstand in inniger Verbindung stehen, daß nach Alexis Perrey's mühsamen vergleichenden Zusammenstellungen von im Ganzen 5388 Erdbebentagen in den Jahren 1801 bis 1850, Erdbeben im Allgemeinen häufiger und heftiger in den Syzygien (bei Voll- und Neumond) als in den Quadraturen eintreten, daß sie ferner in den Perioden der Mondnähe etwas häufiger sind als in denen der Mondferne, und daß endlich von 824 genau bestimmten Erdstößen das Maximum ihrer Häufigkeit in die Zeiten fällt, in welchen der Mond für den betreffenden Ort culminirte oder durch seinen unteren Meridian passirte. Das spricht Alles sehr für einen Einfluß des Mondes auf die Erdbeben, welcher wieder am leichtesten durch die Annahme eines der Fluthbewegung unterworfenen heißflüssigen Erdinnern zu erklären ist. Uebrigens haben nach Zantedeschi schon George Balivi in seiner Historia romani terrae motus 1703 und Joseph Toaldo in seinem Werk della vera influenza degli

astri etc. 1770 ähnliche Bemerkungen gemacht, wie sie Perrey jetzt, nur sicherer, begründet zu haben scheint.

Was den Zustand vor einer Erdkrustenbildung betrifft, so gestatten Sie mir, daß ich diesen Brief hierüber mit einer Betrachtung des berühmten Astronomen Bessel schließe, wie ich ihn mit einer solchen begonnen habe. „Erlauben Sie mir nur noch, daß ich auch auf den Hintergrund des Bildes hinweise; auf das, was sich in blauer Ferne zeigt, in deren Nähe kein menschliches Auge gedrungen ist und kein menschlicher Verstand dringen wird, dessen Beschreibung höchstens nur in den großartigsten, aber auch am schwersten zu deutenden Zügen, nämlich in den Gebirgszügen der Erde, zu uns gelangen könnte. Ich rede von der Jugendzeit der Erde, von der Zeit, in welcher das Urgebirge noch im geschmolzenen Zustande vorhanden war, in welcher die Erde eine ganz oder großentheils flüssige Masse bildete. Dieselben Ursachen, welche das wenige Wasser auf der Erde um wenige Fuß steigen und fallen lassen, haben auch jene große flüssige Masse in Schwankungen versetzt; aber in berghohe Schwankungen, in Bewegungen, von welchen keine Vorstellung mehr vorhanden ist und denen unsere Einbildungskraft vielleicht nicht einmal folgen kann. Wäre diese heftig bewegte Masse zuerst an ihrer Oberfläche erstarrt, oder hätten sich ihre zuerst erstarrten Theile an die Oberfläche begeben, wie das auf dem schwereren Wasser schwimmende, leichtere Eis unserer Polarmeere, so müßten Folgen, denen ähnlich, welche diese Meere uns zeigen, eingetreten sein: die erstarrten Theile würden hin- und hergeworfen sein, sich über und unter einander gedrängt, ihre horizontale Lage in geneigte Lagen verändert, und bei fortschreitender Erstarrung eine Oberfläche gebildet haben, von welcher die aus Eisbergen und Eisflächen zusammengefrorene, unebene Oberfläche der Polarmeere vielleicht ein Bild, wenn auch nur ein im kleinsten Maaßstabe ausgeführtes, gewährt. — Ich habe auch dieser möglichen bleibenden Folge der Fluth und Ebbe erwähnen wollen. Daß sie den Beweisen des nach und nach erfolgten und noch erfolgenden Emporsteigens der Gebirge der Erde, welche nicht etwa durch Verfolgung zweideutiger Gründe, sondern durch Beobachtung zusammenhängender Thatsachen erlangt worden sind, nicht entgegentreten soll und kann, ist der Natur der

Sache angemeſſen und braucht daher kaum erwähnt zu werden. Ueberhaupt iſt meine Meinung, daß von Dingen und Ereigniſſen in „blauer Ferne," d. h. von ſolchen, zu welchen keine ununterbrochene Stufenreihe verfolgt werden kann, viel Nichtunvernünftiges zwar geſagt, aber nie als unzweideutige Wahrheit erkannt werden kann. Das erfahrungsgemäße, nie abbrechende Zurückkommen auf alle Dinge und Ereigniſſe, deren Entfernung von uns, dem Raume oder der Zeit nach, als unendlich angeſehen werden kann, rechtfertigt wenigſtens dieſe Meinung."

Einunddreißigſter Brief.

Circulation des Waſſers auf der Erde.

„Wer, zu geiſtiger Selbſtthätigkeit erweckt, ſich gern eine eigene Welt im Innern baut, den erfüllt der Schauplatz des freien offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen."
v. Humboldt S. 331.

Das Meer in ſeiner Großartigkeit hat den Verfaſſer des Kosmos mit unverkennbarer Vorliebe gefeſſelt und zu einer wahrhaft poetiſchen Schilderung ſeiner Bedeutung für das Leben der Erde veranlaßt. Seine ſtete ſtoffliche Erneuerung durch die unzählbaren Waſſerfäden, die es überall mit dem Innern des Landes verbindet, der ewige Kreislauf aller irdiſchen Waſſertheilchen iſt dabei minder berückſichtigt worden. Ich mag deshalb dieſe Veranlaſſung nicht vorüber gehen laſſen, ohne Ihnen eine kurze Schilderung deſſelben zu entwerfen, dieſes Kreislaufes, der zu den Grundbedingungen für die Exiſtenz organiſcher Weſen und ſomit auch unſeres Daſeins gehört, und von deſſen örtlicher Entwickelung die Cultur und der Wohlſtand der Völker nicht wenig abhängen. An der Quelle ſuchen wir Labung, der murmelnde Bach treibt unſere Mühlen, der ſpiegelnde Fluß wird zur großen Straße des Handels und die ſchäumende Woge des Oceans durchſchneidet der belaſtete Kiel des Dreideckers, die Nationen

aller Welttheile durch tauſend Bande verbindend, und was der brennende Sonnenſtrahl verflüchtigend der Atmoſphäre zuführt, kehrt als erfriſchender Thau und Regen oder als winterlicher Schnee zu uns, den Landbewohnern, zurück.

Der Regentropfen, der auf dem hohen Kamm der Alpen am einſamen Hoſpiz des St. Gotthard niederfällt, kann durch einen leiſen Windhauch eben ſo gut dem adriatiſchen Meere als der Nordſee zugeführt werden, ſein Loos entſcheidet ſich erſt im Niederfallen. Möglich, daß der nächſte Sonnenſtrahl ihn auftrocknend ſeine Atome wieder verflüchtigt. Aber laſſen wir ihn mit anderen hinabgleiten ins nördliche Thal, bald findet er Millionen von Genoſſen, die von allen Seiten herbei rinnen. Mit gewaltiger Haſt ſtürzen ſie ſich in ihrem Verein über die Felſen der Teufelsbrücke hinab raſtlos weiter, bis ſie ausruhen in dem herrlichen See der Vierwaldſtädte, im Anblick der zackigen Mythen, den prachtvollen Bergen ein Spiegel, oder dem Schiffer eine gefahrdrohende Welle. Vielleicht daß die längſt zerſtreuten Atome unſeres Tropfens den See nicht ſo bald verlaſſen, unſtet umher treiben, verdunſten oder von einem Landbewohner verſchluckt werden. Möglich auch, daß ſie zufällig ſämmtlich durch den Rhein hinab den nordiſchen Ocean erreichen. Wer vermöchte nachzuweiſen, was aus den einzelnen Waſſertheilchen wird? Ihre individuelle Exiſtenz geht unter, ſo bald ſie ſich mit anderen verbinden. Der Waſſertropfen iſt eben nur ſo lange und auch da nur ſcheinbar, nur äußerlich etwas Individuelles, ſo lange er Tropfen iſt; jeden Augenblick bereit ſich in Dunſt aufzulöſen, oder mit anderen Tropfen zu verbinden, giebt er ſogleich auch ſeine nur formelle Individualität auf. Wahrſcheinlich nie in aller Ewigkeit finden ſich genau dieſelben Atome wieder zu einem gleichen Tropfen zuſammen. Wie ganz anders verhält ſich dagegen ein Quarzkorn, das vor vielen Millionen Jahren im Granit kryſtalliſirte! Vielleicht ruht es noch heute in ſeiner alten Lage als ſelbſtſtändiger Theil neben Feldſpath und Glimmer, vielleicht aber auch wurde es ſchon in der Grauwackenzeit aus ſeiner Verbindung losgeriſſen und vom Waſſer wieder abgelagert als Sandkorn in einem Geſtein, welches gleichzeitig Reſte von Sigillarien umſchloß, und wieder wurde dieſer Kohlenſandſtein zerſtört, ſeine Theile vom Waſſer weit fortge-

ſchwemmt. Am Ufer des Triasmeeres half es die Fährte eines Chirotheriums im bunten Sandſteine ausfüllen, von dem keine anderen Spuren übrig blieben, als eben dieſe Fährten. Auch dieſer Sandſtein iſt nach abermals millionenjähriger Ruhe zerſtört worden, unſer Sandkorn ward wieder ein Spiel der Wellen und vielleicht wird es in dieſem Augenblick aus dem Streuſandbehälter eines Staatsmannes auf eine wichtige Urkunde geſchüttet, es haftet an bedeutungsvoller Stelle; laſſen Sie es menſchlich lange im Actenheft ruhen, endlich findet es doch ein anderes Schickſal; ein Feind alles Streuſandes verbannt es aus ſeiner Nähe, es fällt auf's Neue der Natur anheim, und nach abermals Millionen Jahren können es unſere ſpäten Nachkommen, oder höher organiſirte Bewohner der Erde, vielleicht etwas kleiner geworden und noch mehr abgerundet, aber immer noch als individuellen Beſtandtheil eines Sandſteines finden, welcher neben Muſchelſchalen auch die Spuren menſchlicher Thätigkeit, unſerer Weisheit oder unſerer Thorheit enthält. Es iſt immer noch daſſelbe Quarzkorn, aber Niemand kann ſeine Geſchichte wirklich verfolgen, ſie iſt nur möglich. Da haben wir eine Individualität von faſt endloſer Dauer einer anderen gegenüber geſtellt, die nur momentan eine zu ſein ſchien. Der Waſſertropfen als ſolcher hat keine Geſchichte, das Sandkorn als ſolches faſt eine unendliche, aber keine individuell ausgeprägte, wir können ſie nicht wirklich verfolgen zwiſchen der ſeiner zahlloſen Brüder. Unſer eigenes individuelles Leben auf der Erde iſt weit länger als das des Tropfens, aber weit kürzer als das des Sandkornes. Dafür kann der Einzelne unſeres Geſchlechts individuelle Folgen von menſchlich ewiger Dauer hinterlaſſen, wenn auch ſeine irdiſchen Beſtandtheile längſt wieder dem Kreislauf des organiſchen Lebens verfallen ſind.

Doch ich kehre zurück von dieſer Abſchweifung zu dem Kreislauf des Waſſers auf der Erde. Laſſen Sie uns mit den Quellen beginnen und zuletzt wieder zu ihnen zurück kehren. Daß die Quellen, wenn man von einzelnen Ausnahmen abſieht, durch das Waſſer geſpeiſt werden, welches aus der Atmoſphäre als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. auf die Erde niederfällt, unterliegt bei allen Verſtändigen keinem Zweifel mehr. Alle die künſtlichen Hypotheſen, mit welchen ſich wunderliche Käuze zu-

weilen die Köpfe zerbrochen haben, nach welchen die Quellen durch unterirdische Strömungen und dergleichen, unabhängig von atmosphärischen Niederschlägen, gespeist werden sollen, was höchstens ganz ausnahmsweise der Fall ist, zerfallen in Nichts gegen die einfachste aller Erklärungen.

Das Regen- oder Thauwasser verliert sich auf dreierlei Weise von der Oberfläche, auf welche es auffällt. Ein Theil verdunstet sogleich wieder, ein anderer Theil läuft an der Oberfläche ab und kommt den Bächen und Flüssen unmittelbar zu, der Rest endlich dringt in dieselbe ein. Hier sinkt es so tief, als die localen Umstände es erlauben. Findet es eine undurchlassende Unterlage, so sammelt es sich auf dieser und tritt nach und nach an den Stellen in Gestalt von Quellen hervor, wo diese Unterlage mit ihren tiefsten Punkten die Oberfläche berührt.

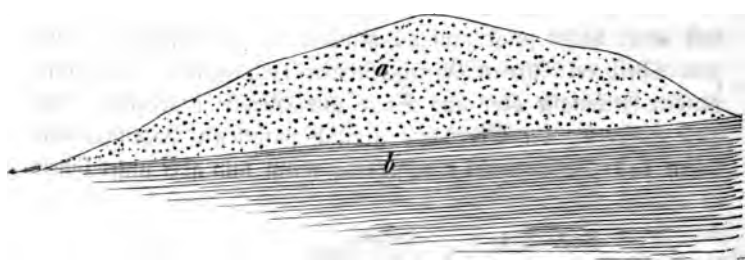
Die äußerste Oberfläche der Erde, der Berge und Hügel wie der Thäler, besteht, wo nicht gerade nackter Fels hervorragt, in der Regel aus einer mit Vegetation bedeckten Bodenschicht, und unter dieser folgt zunächst gewöhnlich eine Schuttlage aus zum Theil verwitterten Gesteinsbrocken der darunter fest anstehenden Felsmasse oder aus Sand und Gerölle bestehend. Alle diese äußeren, der Oberfläche ziemlich parallelen Bodenschichten lassen das Wasser leicht durchsickern; wenn nun aber unter ihnen

eine dichte, für Wasser schwer oder nicht durchdringbare Gesteinsbildung folgt, wie das vorstehende Skizze versinnlicht, so muß auf deren Oberfläche das eingedrungene Wasser sich ansammeln, und wenn sie etwas geneigt ist, nach den tiefsten Punkten zusammenrinnen. An diesen tiefsten Punkten aber kann sich unmöglich alles auf diese Weise zusammenrinnende Wasser anhäu-

ſen, es findet vielmehr hier irgend einen Ausweg, bildet eine Quelle, die um ſo reichlicher und nachhaltiger fließen wird, je größer und ausgedehnter das Sammelrevier derſelben iſt, ſo daß nicht nur genug Waſſer in deſſen Oberfläche einſickert, ſondern auch zum Theil an ſo entfernten Punkten, daß der Weg, den das Waſſer braucht, um von ihnen bis zum Quellpunkte zu gelangen, mindeſtens ſo viel Zeit in Anſpruch nimmt, als die regenloſen Intervalle derſelben Gegend.

Dies iſt der Urſprung ſehr vieler, ja vielleicht der meiſten Quellen, die am Fuße oder Abhange von Bergen oder ſanften Anhöhen hervorſprudeln, am häufigſten in den buchtförmigen Vertiefungen ihrer Oberfläche. Quellen dieſer Art zeigen immer ungefähr die mittlere Temperatur der Gegend, ſie erſcheinen deshalb im Sommer kälter, im Winter wärmer als die Luft.

Einen zweiten Fall der Quellenbildung verſinnlicht der nachſtehende Holzſchnitt.



Das Waſſer, was über den undurchlaſſenden Geſteinsſchichten b in die obere durchlaſſende Geſteinsmaſſe a eindringt, kommt bei ←≋ als Quelle hervor, aber nur nach und nach, weil die einzelnen Waſſertheilchen ſehr ungleich lange Wege zurückzulegen haben. Dringt kein neues Waſſer ein, ehe das durch ſeinen Weg entfernteſte Theilchen dieſen Weg zurückgelegt hat, ſo verſiegt die Quelle; erfolgen aber ſtets früher neue atmoſphäriſche Niederſchläge, ſo iſt die Quelle unverſieglich, wenn auch in ungleichen Zeiten von ungleicher Stärke. Wenn der Waſſer undurchlaſſende Boden nicht tiefer liegt als die wechſelnden Temperaturen der Oberfläche in den Boden eindringen, ſo entſtehen dadurch ebenfalls nur kalte Quellen, deren mittlere Temperatur mit der mittleren Temperatur der Gegend übereinſtimmt, oder

sogar etwas niedriger ist, wenn ihr Zufluß aus hohen Bergen herrührt. Dringt aber das Wasser bis so tief in das Erdinnere ein, wo die Temperatur eine constant höhere ist, als an der Oberfläche, so kann es dann je nach der Größe dieser Tiefe als warme oder heiße Quelle wieder hervortreten. Das ist z. B. bei den meisten heißen Quellen der Alpen wie Leuk, Pfeffers, Gastein der Fall und außerdem bei einem Schichtenbaue wie der nachstehende sehr leicht möglich, wenn wir nämlich b als eine wasserdurchlassende Schicht zwischen zwei wasserundurchlassenden Gesteinen a annehmen.

Die Temperatur einer solchen Quelle wird, wie erwähnt, um so höher sein, je tiefer ihr Wasser eindrang und je kürzer der Weg ist, auf dem es emporsteigt. Ja sie kann dem Siedepunkte nahe kommen oder unter gewissen Umständen ihn sogar übersteigen, wie wir an den Geysern gesehen haben.

So gespannte Quellenwege gewähren zugleich die Möglichkeit artesischer Springquellen; bohrt man nämlich innerhalb der Mulde ein Loch bis in die Wasserschicht, so wird das Wasser, da dieser Punkt tiefer liegt als der natürliche Ausflußpunkt, mit einer gewissen Kraft hervorsprudeln, ähnlich wie bei einer künstlichen Fontaine.

Auf seinen unterirdischen Wegen löst nun das Wasser aus dem durchströmten oder durchsickerten Gesteine Alles auf, was für Wasser seiner Temperatur auflöslich ist. So entstehen Mineralquellen und Salzsoolen, deren Gehalt einestheils von der Zusammensetzung der durchströmten Gebirgsarten, anderentheils

von ihrer Temperatur (also der Tiefe ihres Weges) abhängig ist. Fast jede Quelle ist etwas mineralisch, man pflegt sie aber erst so zu nennen, wenn der Mineralgehalt durch Geschmack oder Wirkung auf den Körper bemerkbar wird. Wenn sich heiße Mineralquellen besonders häufig in vulkanischen oder vulkanisch gewesenen Gegenden vorfinden, so mag dies theils an der größeren Zerspaltung und deshalb leichteren Durchdringbarkeit solcher Gegenden liegen, theils aber wohl auch daran, daß in solchen Gegenden die Temperaturzunahme mit der Tiefe eine schnellere ist, als anderwärts. Wenn aber solche Mineralquellen heilkräftig auf den menschlichen Organismus wirken, so kann man das einen glücklichen Zufall nennen, oder eine Folge der überall in einander greifenden Naturgesetze. Aber keineswegs alle Mineralquellen sind zugleich Gesundbrunnen.

Wenn nun das Wasser den Quellen entströmt ist, so läßt es die mineralischen Bestandtheile, welche es aufgelöst enthält, zum Theil sogleich nach seinem Ausströmen, also in der Nähe der Quellenmündung niederfallen, weil hier die auflösende Kohlensäure oder Wärme entweicht, oder weil ein Theil des Wassers verdunstet. Schon deshalb würden alle Bäche und Flüsse weniger Kohlensäure und mineralische Bestandtheile aufgelöst enthalten, als im Durchschnitt die Quellen; dazu kommt aber noch, daß der Mineralgehalt gewöhnlich in einzelnen Quellen besonders concentrirt ist, während sich deren Wasser in den Bächen mit vielem von Haus aus weit weniger mineralischem und oft sogar mit reinem Regen- oder Thauwasser mischt. Der, wenn auch geringe Kohlensäuregehalt der meisten Quellen ist es, welcher ihrem Wasser als erfrischender und durstlöschender einen großen Vorzug vor Regen- oder Flußwasser giebt. Dagegen beginnen nun die Bäche und Flüsse eine neue zerstörende Arbeit; sie graben sich ihre Betten in festen Fels oder lockeren Boden, unterwühlen ihre Ufer und führen besonders in Fluthzeiten, wenn sie durch Regen- oder Thauwetter über ihr gewöhnliches Niveau anschwellen, eine Menge fester Bestandtheile mechanisch mit sich fort, welche z. B. beim gelben Flusse in China $^1/_{200}$, beim Rheine nach Harstöker sogar $^1/_{100}$ der Wassermasse betragen soll. Da diese Wirkungen beständig und an unzähligen Punkten der Erdoberfläche zugleich stattfinden, so ist ihr Gesammterfolg

natürlich sehr groß. Nehmen wir als mittleren Schlammgehalt der Flüsse nur $^1/_{455}$ ihrer Wassermasse an und rechnen wir die von allen Flüssen jährlich dem Meere zugeführte Wassermasse nach ungefähren Schätzungen zu 455 Cubikmeilen, so beträgt die Masse der jährlich von ihnen ins Meer geführten festen Bestandtheile eine Cubikmeile. Es ist sehr die Frage, ob von allen Menschen, die je auf der Erde gelebt haben, zusammengenommen eine so große Masse fester Theile bemerkbar translocirt worden ist. Der Rauminhalt der größten ägyptischen Pyramide beträgt z. B. nur etwa den millionsten Theil einer Cubikmeile.

Alle diese mechanisch fortgeführten Theile setzen die Flüsse in überschwemmten Niederungen und Landseen, im Meere oder an ihren Mündungen in das Meer wieder ab. Im letzteren Falle bilden sie dadurch die Delta's, deren Ausdehnung zuweilen Hunderte von Quadratmeilen beträgt.

Der Lauf der Flüsse ist natürlich abhängig von der Configuration des Bodens, aber keineswegs in der Weise, daß man diese als ein Resultat von jenem betrachten könnte. Gebirge sind zwar gewöhnlich, aber nicht immer Wasserscheiden von Stromgebieten, und keineswegs alle Wasserscheiden von Stromgebieten fallen mit Gebirgsketten zusammen. Es herrscht vielmehr eine gewisse Unabhängigkeit zwischen dem Laufe der Flüsse und der Lage, Richtung und Form der Gebirge. Ja zuweilen erkennt man sogar, daß die Erhebung der Gebirge oder Berge erst erfolgt ist, nachdem schon Wasserabläufe auf ihrer Oberfläche vorhanden waren, die nun dadurch unmöglich geworden sind. Solche Fälle haben Darwin[8]) und v. Tschudi[10]) in Peru mehrfach beobachtet. Der alte Lauf des Flusses Chillon z. B. läßt sich als trocknes Bette (rio seco) über eine neuerlich gehobene Hügelkette hinweg verfolgen, die er jetzt in großem Bogen umströmt.

In Berghaus' physikalischem Atlas können Sie eine recht übersichtliche Darstellung der wichtigsten Stromgebiete unserer Erde finden; das größte unter denselben ist das des Amazonenstromes mit 94500 Quadratmeilen Oberflächenraum, während das des Rheines z. B. nur 4080, das der Donau 14000 Quadratmeilen enthält. Man pflegt außer dieser tributpflichtigen Oberfläche auch noch die Längenausdehnung und wo möglich

die normale Waſſermenge der Flüſſe zu beſtimmen, wobei ſich denn zeigt, daß dieſe Größen einander keineswegs proportional ſind, was eine ſehr natürliche Folge der verſchiedenartigen Oberflächengeſtaltung und der ungleichen Vertheilung atmoſphäriſcher Niederſchläge iſt.

Die meiſten Ströme oder Flüſſe münden in das Meer, einige aber in Landſeen, die keinen Ausfluß haben und mit dem Meere in gar keiner flüſſigen Verbindung ſtehen, weshalb denn auch ihr Spiegel theils viel tiefer, theils viel höher als der des Meeres liegt, welches Erſtere nicht ſein könnte, wenn ſie mit ihm in flüſſiger Verbindung ſtänden. Die merkwürdigſten Beiſpiele dieſer Art ſind das Kaſpiſche, 80 Fuß, und das todte Meer, 13- bis 1400 Fuß tiefer, als der Spiegel des Oceans, die Landſeenreihe vom Aralſee beginnend öſtlich im Innern Aſiens und die kleineren in der mehrfach geſpaltenen Kette der Anden, welche z. Th. mehr als 10000 Fuß über dem Meere liegen.

Die Landſeen ohne flüſſige Verbindung mit dem Weltmeere haben ihre eigenen Flußſyſteme, ſtehen jedoch durch die Verhältniſſe von Verdunſtung und Niederſchlag auch mit dem Ocean in einiger Verbindung, wodurch ihr Spiegel etwas verändert wird, je nach der Größe dieſer Factoren. Ohne Ausfluß können ſolche Seen natürlich nur dann bleiben, wenn ihre Verdunſtung im Durchſchnitt eben ſo groß oder größer iſt, als der Zufluß. Beträgt die Verdunſtung mehr, als der Zufluß, ſo nehmen ſie ſo lange ab, bis ſich das Gleichgewicht zwiſchen beiden hergeſtellt hat. Denn mit dem Sinken ihres Spiegels wird auch ihre Oberfläche und folglich ihre Verdunſtung kleiner, während die Zuflüſſe ſich gleich bleiben. Iſt dagegen der Zufluß ſtärker, als die Verdunſtung, ſo wird er ein beſtändiges Steigen und endliches Ueberfließen bedingen, wenn nicht vorher durch die ſtarke Vergrößerung der Oberfläche die Verdunſtung hinreichend, und ſo das Gleichgewicht hergeſtellt wird.

Das Weltmeer hat, ſo weit die Geſchichte reicht, weder eine Zu-, noch eine Abnahme gezeigt. Die eine wie die andere müßte ſich überall gleichmäßig durch Uebertreten oder Zurückweichen zu erkennen geben. Aber alle hiſtoriſchen Niveauänderungen an den Küſten haben ſich bis jetzt als local erwieſen und rühren daher ſicher von Erhebung oder Senkung

des Landes her, nicht von einer localen Schwankung oder allgemeinen Niveauänderung des Meeres. Ja es ist sogar wahrscheinlich, daß auch in vorhistorischer Zeit die Niveauschwankungen meistentheils nur locale, durch Erhebung oder Senkung des Landes bedingte waren, wenn auch wirklich durch die Aenderung der Ekliptik vielleicht ein seculäres Schwanken der größten Wasseranhäufung von einem Pol zum anderen stattfinden sollte.

Das Meer enthält, wie Sie wissen, mineralische Bestandtheile, namentlich Chlornatrium (Kochsalz circa 2,50 Procent), Chlormagnesium (0,30), schwefelsaure Talkerde (0,30), Chlorcalcium (0,15) nebst Spuren von kohlensaurer Kalkerde, kohlensaurer Talkerde, kohlensaurem Eisenoxydul, phosphorsaurer Kalkerde, Kieselsäure, Brom- und Jodverbindungen. Diese constanten Bestandtheile scheint es (vielleicht in etwas anderen Quantitäten) schon in den ältesten geologischen Epochen enthalten zu haben, aber die Quantität derselben ist auch jetzt nicht überall gleich, sondern in der Tiefe und zwischen den Wendekreisen, wo die Verdunstung am stärksten ist, im Allgemeinen am größten, gegen die Pole hin geringer. Diese Unterschiede müßten nothwendig noch größer sein, wenn nicht die Strömungen des Meeres beständig umrührend wirkten. Diese Strömungen, welche theils mit bestimmten uferähnlichen, theils mit unbestimmten Grenzen sich zwischen dem ruhigen Wasser fortbewegen, sind in ihrem theils oberflächlichen, theils tief innerlichen Verlaufe äußerst complicirt, sie rühren, wie v. Humboldt bemerkt, von sehr mannichfachen Ursachen her, deren Einfluß ungleich ist. Als wichtigste dieser Ursachen werden die Drehung der Erde unter den Fluthhügeln hinweg, die herrschenden Winde, die durch Salzgehalt und Wärme ungleiche Dichte des Meerwassers, die constanten oder unregelmäßigen Luftströmungen (Winde) und die von Ost nach West fortrückenden periodischen Variationen des Luftdruckes betrachtet, welche letztere nothwendig eine Ausgleichung in dem Widerstand des Wassers finden müssen, es wird nämlich dahin gepreßt, wo der Luftdruck temporär geringer ist. Zu diesen Ursachen kommt außerdem auch noch das ungleiche Verhältniß zwischen Verdunstung, Fluß-Einströmung und Niederschlag. Wenn nämlich irgendwo die Verdunstung des Meeres größer oder geringer ist, als der Niederschlag und Zufluß durch

benachbarte Flüsse, so muß nothwendig eine Ausgleichung durch Strömungen herbeigeführt werden. Im mittelländischen Meere ersetzen z. B. die einmündenden Flüsse nicht das verdunstende Wasser, und dadurch wird in der Meerenge von Gibraltar eine constante stärkere Einströmung hervorgerufen, als die in der Tiefe beobachtete Ausströmung beträgt. Dadurch, sowie durch die beständige starke Einströmung aus dem indischen in das rothe Meer, erklärt es sich zugleich, warum dieses Meer an der Landenge von Suez merkbar niedriger steht, als das rothe Meer. Die Einströmung bei Gibraltar vermag nämlich nicht auf solche Ferne hin die Ausgleichung des Niveaus völlig herzustellen, die Wasseroberfläche bleibt vielmehr immer eine etwas geneigte, wie in jedem Flusse.

Man könnte glauben, die Schnelligkeit der durch die fortrückenden Fluthhügel hervorgebrachten Strömungen müsse außerordentlich groß sein, da jeder der gegen 100 Cubikmeilen Wasser enthaltenden Fluthhügel alle 25 Stunden einmal um die Erde wandert. Da aber die Wassermasse der Fluthhügel in Vergleich zu den darunter liegenden Wassermassen des ganzen Meeres immer noch sehr klein ist und sich die Bewegung auf die ganze Masse vertheilt, so ist die Fortbewegung jedes einzelnen Theiles nur gering. Es ist das ein ähnlicher Fall, als wenn wir uns einen dicht gedrängten Gürtel von Menschen im Aequator um die ganze Erde herum aufgestellt denken. Diese können, ohne sich anzustrengen, überall mit dem Eintritt der Sonne in ihr Zenith sich auf eine besondere Weise gruppiren (Fluthhügel bilden), während es dem Einzelnen ganz unmöglich sein würde, auch nur eine kurze Zeit im Zenith zu bleiben, mit ihm fortzurücken. Ganz richtig ist dieser Vergleich natürlich nicht, wie denn Vergleiche und bildliche Vorstellungen überhaupt nie die Wahrheit zu ersetzen vermögen, während sie, wie ich in diesem Falle hoffe, schwierige Punkte oft sehr erläutern können.

Sicher ist es, daß alle Strömungen des Meeres, wenn sie auch nicht alle speciell erklärbar sind, von solchen physischen Verhältnissen, wie die genannten, herrühren, und nimmermehr einer besonderen mystischen Lebenskraft des Erdkörpers zugeschrieben werden dürfen.

Die Meeresströmungen sind es, welche ganz vorzugsweise

auch eine andere Vertheilung der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche bedingen, als ſie aus dem bloßen Sonnenſtande hervorgehen würde. Sie verbreiten die Wärme des Aequators local gegen die Pole hin und die Kälte der Pole nach den Wendekreiſen. Großbritannien und Norwegen verdanken ihr unverhältnißmäßig mildes Klima außer anderen Urſachen wahrſcheinlich vorzugsweiſe dem Golfſtrom, deſſen Waſſer, von tropiſcher Sonne erhitzt, ſich nach dieſen Erdgegenden ergießt.

Alle dieſe conſtanten Strömungen, ſowie der jedem Windhauch folgende Wellenſchlag, ſind nicht nur für die Beſchaffenheit und für die organiſche Bevölkerung des Meeres, ſondern auch für die Schifffahrt auf demſelben höchſt wichtig. Wiſſenſchaftliche Forſchung und praktiſche Anwendung gehen hierbei recht unmittelbar Hand in Hand, und dieſem Umſtande verdanken wir die große Zahl der mühſamen Beobachtungen durch Seefahrer.

Das Meerwaſſer verdunſtet mit Zurücklaſſung alles Mineral- (Salz-) Gehaltes auf ſeiner Oberfläche ſtets und überall, aber nicht überall gleich ſtark, ſondern wo es am meiſten erwärmt und bewegt wird, am ſtärkſten. Die Dünſte werden von den Luftſtrömungen (den Winden) weiter getragen und bilden Wolken, aus welchen das Waſſer als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. niederfällt, der größere Theil unmittelbar wieder in das $^2/_3$ der Erdoberfläche bedeckende Meer, der kleinere Theil auf das Land. Aber nicht gleichmäßig, ſondern aus verſchiedenen Gründen ſehr ungleich vertheilt. Die meiſten Niederſchläge erfolgen zwiſchen den Wendekreiſen, aber wahrſcheinlich nicht ſo viel mehr, als die Verdunſtung hier ſtärker iſt, was dann durch Strömungen ausgeglichen werden muß. Ferner regnet es auf dem Lande mehr, als auf gleichgroßer Oberfläche des Meeres, mehr an den Küſten, als im flachen Landinnern, mehr in Gebirgen, als in Ebenen, mehr auf den den herrſchenden Winden zugekehrten, als von ihnen abgewendeten Gebirgsabhängen. Alle dieſe Umſtände durchkreuzen, ergänzen und neutraliſiren ſich aber ſo vielfach, daß ſie zuweilen kaum noch einzeln heraus gefunden werden können. Manchmal jedoch treten einzelne derſelben beſonders deutlich hervor, ſo z. B. in dem einfachen Bau des ſüdlichen Südamerika. Hier erſtreckt ſich eine mächtige Gebirgskette von Süd nach Nord, an deren Oſtſeite ſich eine flache Niederung

anlehnt, während sie westlich nur durch einen schmalen Landsaum vom Meere getrennt wird. Ueber dieses von Nord nach Süd gestreckte Land ziehen die mit Wasserdünsten beladenen Luftströmungen in zwei entgegengesetzten, ziemlich constanten Richtungen: südlich vom 25. Grad der Breite aus NO. nach SW., nördlich von diesem Grad aus SW. nach NO. Die Folge davon ist, daß südlich alle Niederschläge auf der Westseite der Anden erfolgen, wo die Winde an sie anprallen, und hier im südlichen Chile und westlichen Patagonien eine üppige Waldvegetation ernähren, während östlich dürre fast unbewohnte Ebenen sich in La Plata und Ostpatagonien bis zum Meere ausdehnen. Nördlich vom 30. bis 25. Grad ist das ganz umgekehrt, da werden die südöstlichen Passatwinde von der Andeskette gestaut und entladen sich ihrer Feuchtigkeit über den deshalb fruchtbaren Niederungen Brasiliens, während Peru und Bolivien auf der dürren Ostküste fast nichts davon erhalten.

Die Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge steht nothwendig und wirklich im innigsten Zusammenhange mit der der Quellen. Schon deshalb sind diese am häufigsten und wasserreichsten in den Gebirgen, wo kalte Berggipfel die Feuchtigkeit der Atmosphäre begierig condensiren und niederschlagen. Auch die Vegetation hat einen großen rückwirkenden Einfluß auf die Bewässerung der Länder, aus der sie ursprünglich hervorgeht. In waldreichen Gegenden scheinen nicht nur mehr Niederschläge zu erfolgen, als in gleich gelegenen waldfreien, sondern sie sind da auch vor starker Verdunstung und schnellem Ablaufen mehr geschützt. Der Ablauf des Wassers vertheilt sich in ihnen auf längere Perioden, und dies wäre selbst dann noch ein sehr wichtiger Einfluß der Wälder, wenn wir auch ihr Holz als Brenn- und Baumaterial entbehren könnten. Die traurigsten Folgen sind schon aus der unvorsichtigen Zerstörung der Wälder hervorgegangen; wir haben in Europa zwei warnende Beispiele der Art: das eine in Griechenland, dessen frühere hohe Cultur dadurch für eine lange Periode vernichtet zu sein scheint, das andere im italienischen Tyrol, von wo aus jetzt die seit Zerstörung der Wälder höchst unregelmäßig anschwellenden Gewässer der Brenta dem Hafen Chiogia und der alten Lagunenstadt den Untergang durch Verschlammung drohen.

Ich habe Sie nun durch den Kreislauf des Wassers bis zu den Quellen zurückgeführt, und bitte Sie jetzt nochmals, diesen ja nicht zu verwechseln mit einem organischen Kreislauf, wie etwa mit dem des Blutes, womit man ihn mehr poetisch als wahr verglichen hat. Seine Ursachen sind Verdunstung und Niederschlag, sowie das Gesetz der Schwere, während wir die des organischen Kreislaufes noch nicht kennen.

Zweiunddreißigster Brief.

Gletscher.

Der Kreislauf des Wassers wird zuweilen dadurch unterbrochen, daß es bei niederer Temperatur sich in Eis verwandelt. Sie wissen es ja, daß an den Polen große Flächenräume beständig mit Eis bedeckt sind, von denen sich mächtige Massen ablösen, um als schwimmende Schollen oder Eisberge gegen die wärmeren Erdgegenden hin zu treiben, wo sie natürlich schmelzen. Diese Erscheinung als hinreichend bekannt voraussetzend, will ich Ihnen von einer anderen Unterbrechung der Wassercirculation durch Eisbildung Einiges erzählen, die im Kosmos ganz übergangen ist, während sie doch in neuester Zeit den Naturforschern viel zu schaffen gemacht hat. Ich meine die Bildung der Gletscher und ihre Bewegung.

Die Gletscher bestehen aus Eis und erstrecken sich von dem ewigen Schnee, dem sogenannten Firn einiger hohen Gebirge, z. B. der Schweizeralpen, in die Thäler und Schluchten hinab, oft bis tief unter die Grenze der constanten Schneebedeckung, z. B. bei Grindelwald bis in eine Höhe über dem Meere von etwa 3000 Fuß, weit in die Region der üppigen Tannenwälder und blumigen Triften herein, während dort die Grenze des ewigen Schnees von den Spitzen der Berge nur bis etwa zu 8000 Fuß Meereshöhe, also gegen 5000 Fuß

weniger tief herabreicht, als die Gletscherenden. Die Gletscher hängen gleichsam wie gewaltige Eiszapfen von dem großen Schneedache der Alpen herab, aus welchem sie entstehen, indem der Firn, in die Thäler und Schluchten gedrängt, durch den Wechsel der Temperatur von Tag und Nacht, Sommer und Winter, nach und nach immer körniger wird und endlich in Eis übergeht.

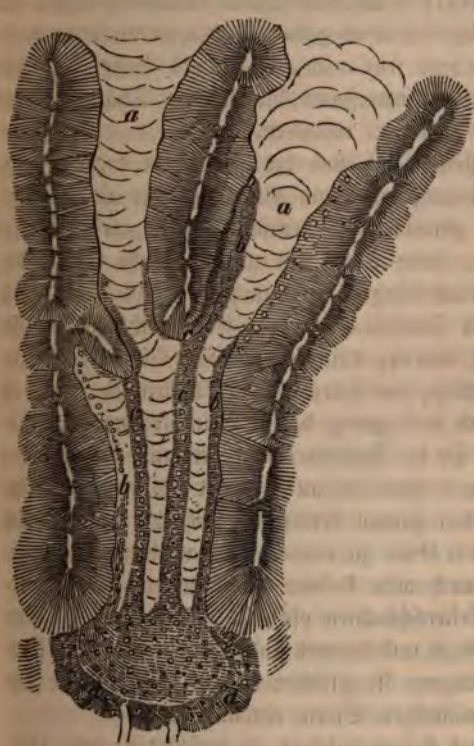
Die lautlose Stille, die völlige Ruhe und Erstarrung, welche periodisch in den höchsten Regionen der Alpen herrscht, und einen so eigenthümlichen Eindruck auf das Gemüth macht, sind nur scheinbar. In Wirklichkeit herrscht auch hier beständige Bewegung der Theile, und oft genug äußert sie sich durch sehr geräuschvolles Bersten des Eises oder durch donnernden Sturz der Lawinen.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich thalabwärts bewegen, wodurch natürlich auch die einzelnen Theile ihrer unteren Enden stets vorrücken müssen. Auf diese Weise gelangen sie so weit unter die Schneegrenze hinab, bis das jährliche Abthauen dem jährlichen Vorrücken gleich kommt, so daß nun nur in ungewöhnlich kalten, namentlich naßkalten Jahren ein merkbares Vorrücken, und in ungewöhnlich warmen ein merkbares Zurückweichen des unteren Gletscherendes eintritt. In diesem Zustande des Gleichgewichtes finden wir die meisten Gletscher. Da aber ihre Lage sehr verschieden ist, so wirken die Winde und andere atmosphärische Einflüsse sehr ungleich auf sie ein, weshalb denn auch in Jahren von mittlerer Temperatur einige Gletscher ihr unteres Ende etwas zurückziehen (d. h. sie schmelzen ab), andere es vorschieben, während nur in ungewöhnlich kalten oder warmen Zeiträumen ein allgemeines Vorrücken oder Zurückziehen stattfindet.

Einige Gletscher endigen auch wohl über der Schneegrenze an steilen Abhängen, und ihr Ende kann dann nur deshalb nicht zusammenhängend vorrücken, weil es stets abbricht und den Abhang hinabstürzt. So entstehen Eislawinen und Gletscherfälle, die manchmal von Neuem kleine Gletscher bilden.

Daß wirklich alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich stets thalabwärts bewegen, ist nicht nur neuerlich durch specielle Beobachtungen direct nachgewiesen, sondern auch durch gewisse andere auffallende Umstände längst erkannt, am deutlichsten durch

die Moränen (Anhäufungen von Schutt und Steinblöcken), welche die Gletscher theils vor sich herschieben, theils auf sich tragen. Diejenigen Schuttwälle, welche das untere Ende umgeben, nennt man Endmoränen, die an den Seitenrändern der Gletscher Seitenmoränen, und die auf der Oberfläche verlaufenden Mittelmoränen oder Gandecken. Alle diese Moränen enthalten häufig Blöcke von Gesteinen, welche nur am oberen Theile des Gletschers, manchmal meilenweit vom unteren Ende entfernt anstehen, und aus allen Umständen ergiebt sich, daß nur der Gletscher es gewesen sein kann, der sie an ihre jetzige Stelle getragen hat. Die Entstehung der Moränen ist nämlich ganz einfach folgende. Abwechselung von Frost und Wärme, Lawinenfälle und manche andere Umstände verursachen an den steilen Thalgehängen, zwischen denen die Gletscher sich ausdehnen, das Herabstürzen von Schutt und mächtigen Steinblöcken. Dieser Felsschutt bleibt größtentheils auf dem Rande des Gletschers liegen und bewegt sich mit ihm thalabwärts; auf diese Weise kommen aber natürlich immer neue Stellen des Gletschers (a) unter die Orte, wo Schuttmassen von den Thalgehängen herabfallen, u. statt einzelner Schutthaufen entstehen lange Wälle — Seitenmoränen (b). Wo nun aber, wie das häufig der



Fall ist, zwei aus verschiedenen Thälern kommende Gletscher sich mit einander vereinigen, da entsteht aus den beiden sich verbindenden Seitenmoränen eine Mittelmoräne (c), welche nicht die beiden Gletscher trennt, sondern von ihnen gemeinschaftlich getragen wird, und wenn mehre Gletscher sich vereinigen, so entstehen natürlich unterhalb der Vereinigung auch mehre unter sich parallele Mittelmoränen. Sowohl die Theile der Seiten- als die der Mittelmoränen gelangen aber durch die stete Fortbewegung der sie tragenden Eismasse nach und nach an das untere Gletscherende, wo sie beim Aufthauen des Eises herabstürzen und die Endmoräne (d) bilden, die, wenn das Ende lange auf derselben Stelle stationär bleibt, zuweilen mehr als 100 Fuß Höhe erreicht.

Die Gletscherphänomene sind neuerlich durch den unermüdlichen Forscher Agassiz[11]) an dem schönen Unteraargletscher im Berner Oberland ganz besonders genau beobachtet worden, weshalb es nicht unpassend sein wird, diesen als Beispiel zu benutzen, um daran die interessante Natur und Thätigkeit der Gletscher überhaupt weiter zu erläutern.

Der Unteraargletscher ist einer der größten in der Schweiz, er wird an Ausdehnung nur vom Aletschgletscher übertroffen, seine Länge beträgt ziemlich zwei deutsche Meilen, seine Breite 1/4 bis 3/8 Meilen, seine Dicke am unteren Ende über 100, und in der Mitte seiner Längenausdehnung über 800 Fuß. Wir haben im nördlichen Deutschland wenig Gebirgsthäler, welche tief und weit genug wären, eine so mächtige Eismasse aufzunehmen. Im Erzgebirge, im Harz und im Thüringer Wald ist kein einziges tief und weit genug dazu. Beim sogenannten Abschwung vereinigen sich der Finsteraar- und der lange Aargletscher zu einem Ganzen, und von hier aus erstreckt sich eine mächtige Mittelmoräne über den ganzen vereinigten Gletscher hin, die sich aber gegen das untere Ende zu immer mehr ausbreitet. Außerdem verbinden sich noch viele kleinere Gletscher mit der Hauptmasse, die in den Seitenschluchten oft mit 20 bis 40° Neigung herabhängen, und die zu unbedeutend sind, um gesonderte Mittelmoränen hervorzubringen; sie gleichen kleinen Bächen, die unmittelbar in einen mächtigen Strom einmünden.

Die Neigung des Hauptgletschers ist verschieden, zum Theil

sehr gering. Sein unteres Ende liegt etwa 6000 Fuß, seine oberen, 2 Meilen davon entfernten Anfänge etwa 8000 Fuß über dem Meere. Wo er nicht von Spalten zu sehr zerrissen ist, kann man überall bequem auf ihm hingehen; die Spalten sind am häufigsten da, wo er durch irgend einen Felsvorsprung in seiner regelmäßigen Bewegung etwas aufgehalten wird. Sie lassen in ein herrliches Dunkelblau hinabblicken und ersetzen in dieser Beziehung einigermaßen jene wunderbaren Eisgrotten oder Gletscherthore, die sich bei einigen anderen, in größere Tiefen hinabreichenden Gletschern vorfinden, und aus denen dann gewöhnlich ein sehr trüber Bach oder Fluß hervorquillt.

Die Vorwärtsbewegung der einzelnen Theile des Unteraargletschers ist durch Agassiz in den Jahren 1842 bis 1847 sehr sorgfältig beobachtet worden und hat sehr complicirte, für die einzelnen Stellen ungleiche Resultate geliefert, von denen ich Ihnen nur einige hier mittheilen will, die ich noch überdies, um sie übersichtlich zu machen, auf eine, wie ich wohl weiß, etwas unrichtige Weise zusammenstellen muß, indem ich mittlere Resultate durch Schätzung erziele, die sich durch Rechnung gar nicht erlangen lassen. Um eine Vorstellung von dem Sachverhalte zu geben, sind sie aber richtig genug. Die Fortbewegung des Eises ward am schnellsten gefunden in der mittleren Region der Längenausdehnung, und da wieder in der mittleren Region der Breite; sie betrug nämlich hier an dem einen Rande im Sommer täglich etwa 0,134 Meter, am anderen Rande 0,048 Meter, in der Mitte der Breite 0,289 Meter; während sie in der Nähe des unteren Endes an einem Rande 0,073, am anderen 0,098 und in der Mitte nur 0,093 betrug. Das sind aber, wie gesagt, nur annähernd genaue Werthe, da die Bewegung in jedem Breiten- und Längentheile etwas ungleich war, sowohl in den verschiedenen Zeiträumen, als auch in gleichen Zeiträumen. Aehnlich sind auch die Resultate, welche Forbes und die Gebrüder Schlagintweit an anderen Gletschern erhielten. Die größte Bewegung in 24 Stunden hat Forbes am Glacier des Bois beobachtet, sie betrug 52 Zoll; der Aargletscher rückt am schnellsten Punkt jährlich etwa 240 Fuß vorwärts, im Mittel also täglich nicht ganz einen Zoll, der Pasterzengletscher in Tirol nicht einen halben Zoll.

Diese Ungleichheiten rühren theils von der ungleichen Neigung des Bodens, von den Verengungen und Erweiterungen des Thales, theils von den Unebenheiten der Felsoberfläche, den Frictionswiderständen her. Aber auch die Temperatur hat einen entschieden großen Einfluß darauf. Es ergiebt sich aus ihnen jedenfalls die merkwürdige Thatsache, daß die scheinbar starre Gletschermasse nicht ganz starr sein kann, da sie sich analog einer Flüssigkeit in ihren einzelnen Theilen ungleich bewegt, und namentlich, wie jeder Fluß, an den Ufern etwas langsamer, als in der Mitte.

Die gegen das untere Ende des Aargletschers ohnehin langsamere, jährlich im Mittel nur etwa 160 Fuß betragende Fortbewegung wird hier übrigens durch das jährliche Abschmelzen ziemlich genau ausgeglichen, so daß das Ende seine Stellung nur wenig verändert. Das Abschmelzen erfolgt aber bei diesem wie bei allen Gletschern im Sommer nicht nur am unteren Ende, sondern fast an der ganzen Oberfläche; dies lehren namentlich die Gletschertische und die mit Schutt bedeckten und dadurch gegen die Sonnenstrahlen geschützten Eiskegel. Beide gehören zu den besonders interessanten Erscheinungen der Gletscher. Wenn irgendwo ein kleines Steinchen, ein Sandkörnchen oder eine sehr dünne Sandschicht auf der Gletscheroberfläche liegt, so werden diese als dunkle Körper von den auffallenden Sonnenstrahlen stärker erwärmt, als das Eis, sie schmelzen deshalb in dasselbe ein und bilden kleinere oder größere Löcher oder Vertiefungen in dessen Oberfläche, auf deren Boden sie liegen bleiben. Wenn aber ein Stein oder eine Schuttmasse zu groß, zu dick ist, um in der kurzen Zeit, in welcher Sonnenstrahlen auffallen, durch und durch erwärmt zu werden, so schützen diese im Gegentheil das darunter befindliche Eis vor dem Aufthauen. Da aber daneben das Eis täglich aufthaut, verdunstet oder abschmilzt, so bleibt unter dem großen Stein- oder Schutthaufen ein Eisstiel oder Hügel stehen, und dieser bildet sich bei großen Steinplatten sehr oft so aus, wie es die nachstehende Skizze zeigt. Er wächst so lange und wird zugleich so lange immer dünner, bis er den Stein nicht mehr tragen kann. Dann bricht er zusammen und der Stein stürzt herab, und zwar stets nach der Südseite, weil auf dieser durch die schräg auffallenden

Sonnenstrahlen das Eis am meisten abgeschmolzen ist. Der Stein giebt, herabgestürzt, auf's Neue Veranlassung zu einem Gletschertisch und wandert auf diese Weise beständig etwas nach Süden.

Das stete Abschmelzen der Gletscheroberflächen hat auch zu der Fabel Veranlassung gegeben, das Gletschereis stoße durch einen unerklärlichen Proceß jeden zufällig hinein gekommenen fremdartigen Körper, z. B. in Spalten gefallene Steine, gewaltsam aus. Dieses scheinbare Ausstoßen beruht lediglich darauf, daß alle eingefrorenen Körper durch das Abschmelzen der Oberfläche endlich an diese gelangen und auf ihr liegen bleiben, während das sie einhüllende Eis verdunstet oder als Wasser abläuft. Durch dieses Abschmelzen müßte eigentlich die Gletschermasse überall immer dünner werden, was doch im Ganzen nicht der Fall zu sein scheint. Da nun, ehe der Gletscher selbst angegriffen werden kann, stets erst der Winterschnee weggeschmolzen sein muß, so kann auch dieser den Verlust nicht ersetzen. Es muß das ungefähre Gleichbleiben und geringe Auf- und Abschwanken der örtlichen Dicke der Gletscher vielmehr durch das stete Vorrücken und gleichzeitige Dünnerwerden oberer dickerer Gletschertheile erklärt werden.

In der Eismasse des Gletschers erkennt man eine Art von Schichtung, welche offenbar von den periodischen Schneefällen und den dazwischen zuweilen auf das Firngebiet aufgewehten Staubtheilen herrührt. Diese Schichtung des Firns bleibt in dem daraus entstandenen, zu Eis verwandelten Gletscher noch sichtbar, ist aber hier durch die etwas ungleiche Bewegung der einzelnen Theile (am Rande langsamer, als in der Mitte) man-

nichfach gebogen und außerdem von sogenannten blauen Bändern, wahren Eisgängen, durchsetzt, welche durch Ausfüllung von Spalten mit Wassereis entstanden sind. Das Gletschereis, aus dem körnigen Firnschnee hervorgegangen, unterscheidet sich nämlich sehr wesentlich von dem gewöhnlichen, aus Wasser entstandenen dadurch, daß es von Anfang an aus lauter einzelnen Körnern besteht, die durch an sich unsichtbare, oft mit Wasser gefüllte, feine sogenannte Haarspalten von einander getrennt sind, ähnlich wie das gewöhnliche Eis nach langem Liegen an der Luft sich körnig oder stänglich absondert. Die Temperatur im Innern des Gletschers bleibt stets dem Nullpunkt sehr nahe und scheint selbst im Winter nicht unter — 0,5 herabzusinken.

Die fast stete Vorwärtsbewegung aller Gletschertheile ist, wie erwähnt, vollständig erwiesen, aber über die Theorie dieser Fortbewegung ist viel verhandelt und selbst gestritten worden. Seit Saussure glaubte man bis vor einigen Jahren allgemein, diese Vorwärtsbewegung erfolge lediglich durch die Schwere der Gletscher selbst und des auf sie drückenden Firnschnees, indem ihre Bodenfläche im Sommer bis zu gewissem Grade aufthaue und schlüpfrig werde.

Hopkins[6]), ein Engländer, hat neuerlich einige Versuche mit Eismassen angestellt, die der Saussure'schen Theorie des Gleitens der Gletscher sehr günstig ausfielen, aber noch weiterer Ausführung bedürfen, um auf die Gletscher im Großen angewendet werden zu können. Er fand nämlich, daß stark beschwerte Eismassen auf einer nur roh behauenen Sandsteinplatte noch bei der geringen Neigung von 3° abwärts gleiten, so lange sie nicht fest frieren, und daß dieses Gleiten selbst bis zu 15° Neigung der Steinplatte ein nicht gleichmäßig beschleunigtes ist, wozu es allerdings auf einer polirten oder noch stärker geneigten Platte wird.

Als aber Venetz und nach ihm v. Charpentier[12]) und Agassiz die erratischen Blöcke auf dem Juragebirge, welche offenbar aus den Hochalpen herstammen, durch ehemalige Ausdehnung der Gletscher bis dahin erklärten, da erschien ihnen jene einfache Erklärungsweise der Gletscherbewegung nicht mehr zureichend, weil allerdings der Neigungswinkel von den höchsten Alpenspitzen bis zu den erratischen Blöcken auf dem Juragebirge

so gering ist, daß sie nicht annehmen zu können glaubten, die bloße Schwere habe jene Eismassen auf diesem kaum 2 Grad geneigten Boden hinabgleiten lassen. Hr. v. Charpentier und nach ihm Agassiz[11]) nahmen deshalb an und glaubten aus gewissen Beobachtungen erweisen zu können, daß die Bewegung der Gletscher vorzugsweise durch das allnächtliche Gefrieren des im Sommer am Tage von der aufthauenden Oberfläche des Gletschers in die feinen Haarspalten zwischen den einzelnen Eiskörnern eindringenden Wassers bewirkt werde, indem dieses Wasser als Eis einen etwas größeren Raum einnehme, und so in jeder der unendlich vielen Haarspalten zu Vergrößerung des ganzen Gletschers beitrage.

Dieser Hypothese wurden gleich Anfangs, namentlich von Bronn, mancherlei gewichtige Einwendungen entgegen gestellt; dann wurde sie von P. Merian in einer besonderen Abhandlung widerlegt, und ihre wärmsten Vertheidiger Agassiz und Desor haben sie jetzt selbst, wenigstens in ihrer ursprünglichen Gestalt, aufgegeben, da sie sich davon überzeugten, daß das Wasser in den Haarspalten des Eises des Nachts im Sommer, wo doch die Bewegung des Gletschers am stärksten ist, nicht friert, und also auch keine Ausdehnung desselben bewirken kann.

Jedenfalls haben die Beobachtungen und Darstellungen von v. Charpentier und Agassiz den Gletscherphänomenen die Aufmerksamkeit der Geologen in hohem Grade zugewendet; man hat wohl eingesehen, daß der Erklärung durch bloßes Gleiten viele Schwierigkeiten im Wege stehen, und von mehren Seiten her ist man bemüht gewesen, das Räthsel der Fortbewegung zu lösen.

Die Erklärungen, welche Hugi und Dr. Petzoldt zu geben versuchten, glaube ich nur als gänzlich unhaltbar bezeichnen zu müssen, da es hier nicht der Ort sein kann, phantastische Hypothesen zu widerlegen, wenn sie auch für einige Zeit eine gewisse Epoche gemacht haben, und namentlich in populäre Zeitschriften übergegangen sind. Ich will Ihnen nur versichern, daß kein Naturforscher sie noch der Beachtung werth hält.

Forbes[13]), der berühmte schottische Physiker, welcher mehre Jahre auf das Studium der Gletscher verwendete, war der Erste,

welcher fand, daß die Gletscher sich nach denselben Gesetzen wie Flüssigkeiten bewegen, daß sie also gewissermaßen in den Thälern hinabfließen, natürlich nicht wie Wasser, sondern wie eine in ihren Theilen nur sehr wenig oder vielmehr schwierig verschiebbare Masse. Es könnte dieser Zustand an die erkaltenden Lavaströme erinnern, die sich auch nur sehr langsam, indessen doch gewöhnlich viel schneller, als Gletscher, fortbewegen. Forbes sucht die Flüssigkeit (Verschiebbarkeit der Theile) noch besonders dadurch zu beweisen, daß die Gletscher in ihren einzelnen Theilen sich ungleich schnell bewegen, und daß sie ganz die Form der Thäler annehmen, und z. B. wenn sie eben erst eine enge Stelle passirt haben, sogleich wieder eine Weitung des Thales ausfüllen, was ganz starre Körper nicht thun würden. Auch sollen nach Forbes die sogenannten Eislöcher wie die localen Wirbel der Flüsse meist ziemlich an derselben Stelle bleiben, während doch die sie bildenden Eistheile sich fortbewegen, wie das Wasser der Flüsse. Zu beachten bleibt jedenfalls, daß alle plötzlichen Gestaltveränderungen der Gletscher stets mit scharfen Zerspaltungen verbunden sind, daß die Schnelligkeit ihrer Bewegung keineswegs immer im genauen Verhältniß mit der Neigung des Bodens wächst, selbst an sehr tief herabhängenden Gletscherenden nicht, und daß überhaupt an krystallinischen Körpern, wie Eis, ein eigentlich halbflüssiger Zustand nicht bekannt ist. Es könnte aber der gleichsam flüssige Zustand wohl von einer Verschiebbarkeit der kleinen körnigen Theile bei gleichzeitiger Durchdringung von Wasser herrühren, ein Zustand, den wir im Kleinen beim Eis der Conditoren kennen. Ein solcher Zustand findet allerdings in gewissem Grade sicher statt und kann auch nicht ohne Einfluß auf die Fortbewegung sein.

Agassiz hat in seinem neuesten Prachtwerk über die Gletscher die Forbes'sche Erklärung mit einigen Modificationen adoptirt, indem er folgende Schlüsse aus den beobachteten Thatsachen zieht:

1) daß ein Gletscher nur deshalb sich bewegt, weil seine Masse einen gewissen Grad von Schlüpfrigkeit (Verschiebbarkeit der Theile) besitzt, erzeugt durch das eingedrungene Wasser;

2) daß die Unterschiede der Geschwindigkeit der Bewegung verschiedener Gletscher und verschiedener Stellen eines Gletschers

die Folge sind von verschiedener Mächtigkeit seiner Masse und Neigung seines Bodens;

3) daß die periodischen Aenderungen der Geschwindigkeit abhängen vom Sättigungszustande des Gletschereises mit Wasser, daß man die Beschleunigung der Bewegung im Frühjahr, wo ihre Geschwindigkeit überhaupt am größten zu sein scheint, wahrscheinlich der Ausdehnung des in den Haarspalten gefrierenden Wassers, in Verbindung mit den übrigen Ursachen, zuzuschreiben habe.

So ist es denn nach dem gegenwärtigen Stande der Untersuchungen allerdings höchst wahrscheinlich, daß die Fortbewegung der Gletscher *hauptsächlich in einem langsamen Fließen besteht*, was aber nicht ausschließt, daß sie an stark geneigten Stellen zugleich auch gleiten und daß die Ausdehnung des in Spalten gefrierenden Wassers zuweilen ebenfalls wirksam sei.

Damit steht denn auch sehr gut in Einklang, was neuerlich *Rink*[37]) an der Westküste von Nord-Grönland beobachtete. Dort münden von einem unabsehbaren Eisfelde, welches das Binnenland über tausend Fuß dick bedeckt und sich nach Innen immer höher erhebt, zahlreiche Eisströme gletscherartig bis ins Meer vor, während des Sommers stets weiter vorrückend und gewaltige Eismassen abstoßend, welche dann schwimmende Eisberge von 800 bis 1000 Fuß Dicke und mehr als 100 Millionen Kubikellen Rauminhalt bilden.

Nach diesen Betrachtungen über den gegenwärtigen Zustand der Gletscherwelt erlauben Sie mir noch einige Bemerkungen über die deutlichen Beweise ihrer einst viel größeren Ausdehnung. In der Alpenkette findet man sehr vielfach Spuren der früheren Anwesenheit von Gletschern, die tief in die Hauptthäler hinabreichen, ja über die niederen Vorhügel der mächtigen Gebirgskette hinweg und bis zu den gegenüberliegenden Bergen des Jura. Ich wähle auch hier wieder als Beispiel für die Nachweisung der einzelnen Umstände vorzugsweise das Aarthal, bemerke aber zugleich, daß sich dieselben Erscheinungen in allen größeren Schweizerthälern wiederholen.

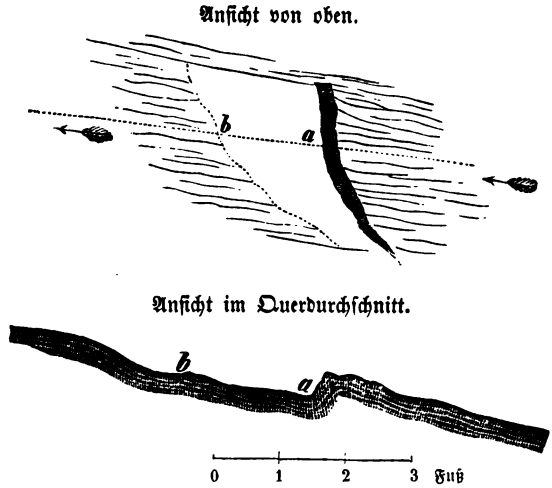
Wenn man die Felswände betrachtet, von denen das Grimselhospiz rings umgeben ist, so erkennt man bald, daß sie bis zu

einer gewissen Höhe hinauf, bis etwa 1500 Fuß über den Thalboden, völlig abgerundete Formen zeigen, dann aber in scharfe und eckige Spitzen auslaufen. Das ist ein sehr auffallendes und selbst auf allen guten Zeichnungen erkennbares Verhalten. Auf dieselbe Weise gestaltet zeigen sich aber diese Thalgehänge von den Schnee- und Eisregionen bis in das blühende Thal von Meyringen hinab, nur mit dem Unterschiede, daß die Grenzlinie der gerundeten und zackigen Formen allmälig in ein etwas tieferes Niveau hinabsinkt, während sie sich jedoch über den noch steiler fallenden Thalboden immer mehr erhebt. Unterhalb Guttanen, 5 Stunden unter der Grimsel, liegt diese Grenze etwa 3000 Fuß über dem Thalboden. Gegen oben, beim Aargletscher selbst, verschwindet sie bei etwa 9000 Fuß Meereshöhe unter dem Firnschnee.

Außer dieser auffallenden Abrundung zeigen sich an denselben Felswänden noch einige andere merkwürdige Erscheinungen. Die gerundeten Oberflächen sind oft völlig abgeschliffen und manchmal spiegelblank polirt, so z. B. ganz vorzüglich schön an der sogenannten hellen Platte, und über die Schleifung oder Politur hinweg sind sie wieder nach einer der Thalneigung entsprechenden Richtung gestreift, gerieft, von feinen Ritzen durchzogen, die offenbar von gewaltsam darauf hin bewegten Steinen oder Sandkörnern herrühren.

Das Alles sind Erscheinungen, die entschieden auf die frühere Anwesenheit eines Gletschers hindeuten. Indem dieser sich im Thale hinab bewegte, rundete er, durch den eingefrorenen Sand und Grus gewissermaßen zur Feile geworden und durch heftigen Druck aufgepreßt, die Felsen ab, schliff und polirte sie sogar, wo die Gelegenheit günstig war, und die eingefrorenen Steinchen und Sandkörner bewirkten jene der nothwendigen Bewegungsrichtung des Gletschers parallelen Furchen und Ritze. Wenn die geschliffenen und polirten Felsoberflächen des Aarthales und namentlich an der hellen Platte von Verschiebungen des Gesteins am Gestein herrührten (wie deren anderwärts so vielfach bekannt sind), so würden sie sicher auch in das Innere der Felsen sich fortsetzen; das thun sie aber hier nie, ja sie hören selbst auf den schaligen Ablösungsflächen schon hinter allen Vorsprüngen auf, die dazu geeignet waren, die Gletscher-

wirkung zu verhindern, gerade so, wie es der folgende Holzschnitt darstellt, obwohl dieser aus einer Abhandlung von Dau-



brée über die Eiswirkungen in der Gegend von Christiania entlehnt ist.

Die Pfeile deuten die Richtung der Eiswirkung und der parallelen Ritze an, der Vorsprung hat aber auf dem Raume a b die Eiswirkung verhindert, weshalb hier die Oberfläche weder geschliffen, noch parallel geritzt, sondern rauh ist.

Diese für die Gletscherwirkung todten Winkel sind an der hellen Platte, eben weil sie nicht polirt sind, mit einer üppigen Vegetation von Moos und Alpenrosen überzogen, die man erst mühsam hinwegräumen muß, um zu erkennen, daß die Politur darunter nicht fortgeht.

Eben so deutlich als diese Abrundung, Schleifung, Politur und Zerkritzung der Felsgehänge sprechen auch die vielen einzelnen, in den gefährlichsten Stellungen auf und an den gerundeten Felswänden umher liegenden Moränenblöcke, sowie eine deutliche Endmoräne auf einem das Thal sperrenden Kalksteinhügel, dem Kirchet, nahe oberhalb Meyringen für die frühere Anwesenheit der Gletscher. Diese Moräne besteht aus einer 60 bis 70 Fuß hohen Anhäufung von Granitblöcken, die offenbar aus dem oberen Theile des Aarthales herstammen und von keiner

anderen Kraft als von der eines Gletschers auf diesem Hügel niedergelegt sein können.

Geht man nun noch weiter an der Aar hinab, so findet man zwar einzelner, aber doch an vielen Stellen noch deutliche Gletscherspuren. Das Thal erweitert sich und üppige Vegetation verdeckt Vieles. Einzelne Blöcke aus den Hochalpen finden sich aber überall zerstreut an den Gehängen umher, und diese Blöcke verbreiten sich sogar über das ganze fruchtbare Hügelland der niederen Schweiz zwischen den Alpen und der Jurakette. Dort aber, an dem den Alpen zugekehrten Abhange des Jura wiederholen sich mit einigen Modificationen die Erscheinungen der Alpenthäler. Die Kalksteinfelsen sind, wo sie zu Tage treten, oder wo ihre natürliche Oberfläche frei gelegt wird, abgeschliffen und parallel geritzt. Die Ritze und Furchen laufen ziemlich horizontal am Abhange hin. Große alpinische Felsblöcke finden sich einzeln umher gestreut bis zu beträchtlichen Höhen des Jura. Zwischen diesen Blöcken erblickt man häufig Ablagerungen von kleineren abgerundeten Geschieben, die aber ebenfalls sämmtlich aus alpinischen Gesteinen bestehen, und zum Theil sogar eben solche Furchen und Ritze auf ihrer übrigens glatt geschliffenen Oberfläche zeigen, wie sie durch die Bewegung der Gletscher an den Steinen, die unter ihnen liegen, noch jetzt hervorgebracht werden.

Diese Geschiebe sind in einer Weise abgelagert, die sich schwerlich durch Wasseranschwemmung erklären läßt; denn wie in den Moränen der Alpenthäler, so sind auch hier die einzelnen Steine weder nach ihrer Größe und Form, noch nach ihrer Schwere geordnet, sondern sie liegen unregelmäßig vertheilt in lockerem Grus und Schutt, der nicht eine Spur von Schichtung zeigt, und überall liegen die den oberen Thalregionen entsprechenden Gesteine ihren Oeffnungen gegenüber, vor denselben, so daß man deutlich die einstigen Ausbreitungsgebiete des Rhonegletschers, des Aargletschers und des Reußgletschers unterscheiden kann.

Alle diese Umstände zusammen genommen machen es dem unbefangenen Beobachter ganz unzweifelhaft, daß die Gletscher mit ihren Moränen, und zwar namentlich die des Rhone-, Aar- und Reußthales, deren ehemalige Gebietsgrenzen sich, wie

gesagt, durch die Arten der Felsblöcke noch jetzt unterscheiden lassen, einst von den Alpen bis zum Jura herüber gereicht haben, möge nun ihre Fortbewegung über die so wenig geneigte Bodenfläche geschehen sein, wie sie wolle.

Aus diesen Beobachtungen in der Schweiz hat man nun auch auf gewisse ähnliche Erscheinungen in anderen Ländern geschlossen, an sehr vielen Orten Spuren früherer Gletscher wirklich gefunden, wie in den Vogesen[38]), oder doch zu finden geglaubt, und z. B. die Felsenschliffe der skandinavischen und finnländischen Berge mit ihren parallelen Furchen und ihren Riesentöpfen, die Schuttkämme (Asar), die erratischen Blöcke in Norddeutschland, Nordrußland und Ostengland, ja selbst die Hauptmasse der sogenannten Diluvialgebilde Nordeuropa's als zusammenhängende Wirkungen eines großen nordischen Gletschers erklärt, worüber ich mich im sechsundzwanzigsten Briefe bereits ausgesprochen habe. Hier sei nur noch erwähnt, daß wahre Gletscher sich jetzt nicht in allen Gebirgen finden, welche über die Schneegrenze aufragen. Tief eingeschnittene Thäler und Schluchten sind ihrer Entstehung besonders günstig, dennoch finden sich die Gletscher der Pyrenäen mehr an Abhängen als in den Thälern. In Norwegen reichen die Gletscher natürlich tiefer hinab als in der Schweiz, auf Spitzbergen bis in das Meer und ebenso in Patagonien sogar bei 46° 40′ südlicher Breite (also etwa der Breite von Genf entsprechend)[8]). Dieser letztere Umstand zeigt zugleich, daß wir nur anzunehmen brauchen, unsere nördliche Hemisphäre habe in einer gewissen Periode die gegenwärtige niedere Temperatur der südlichen gehabt, um dadurch die klimatischen Schwierigkeiten zu beseitigen, welche sich der Ausdehnung der Alpengletscher bis zum Jura entgegenstellen. Es bedarf dazu keiner sogenannten Eisperiode.

Dreiunddreißigster Brief.

Die Atmosphäre.

„Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Klassen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen, und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, der Polarisation, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Elektricität entstehen. Enthält die Luft im Sauerstoff das erste Element des physischen Thierlebens, so muß in ihrem Dasein noch eine andere Wohlthat, man möchte sagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft ist die „Trägerin des Schalles": also auch die Trägerin der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geselligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmosphäre beraubt, wie unser Mond, so stellte er sich uns in der Phantasie als eine klanglose Einöde dar." v. Humboldt S. 332.

Die atmosphärische Luft, in ruhigem Zustande so wenig in die Sinne fallend, daß wir alle Gefäße, welche nur mit ihr gefüllt sind, leer zu nennen pflegen, in ihrer Bewegung zuweilen so gewaltig und zerstörend, daß wir ursprünglich für Luftbewegungen bestimmte Ausdrücke: wie Sturm und stürmisch, bildlich für die heftigsten socialen und kriegerischen Bewegungen anzuwenden pflegen, besteht aus einem Gemenge von 20,8 Raumtheilen Sauerstoff und 79,2 Raumtheilen Stickstoff. Diesen sind gewöhnlich noch 0,03 bis 0,5 Raumtheile Wasserdampf, 0,02 bis 0,05 Kohlensäure, Spuren von Kohlenwasserstoffgas, Ammoniakdämpfen und Salzsäure, sowie geringe Mengen sogenannter Aetherstaub beigemengt.

Ich sagte absichtlich, die Luft besteht aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, da auch diese beiden wesentlichen Bestandtheile in ihr nicht chemisch verbunden sind, wie Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser, oder Sauerstoff und Kohlenstoff in der Kohlensäure, sondern höchst wahrscheinlich nur mechanisch. Das Verhältniß beider könnte demnach recht gut auch ein ganz anderes sein, und ist in früherer vormenschlicher Zeit sehr wahrscheinlich ein etwas anderes gewesen. Schon einige Male habe ich Ihnen bemerkt, daß fast alle Geologen aus guten Gründen vermuthen, die Atmosphäre sei in früheren Perioden,

z. B. während der Steinkohlenbildungszeit, nicht nur wärmer, dichter und feuchter, sondern auch kohlenstoffreicher, und überhaupt etwas anders zusammengesetzt gewesen, als jetzt.

Bliebe die Luft lange Zeit hindurch einmal ganz unbewegt, so würden sich vielleicht Sauerstoff und Stickstoff einigermaßen nach ihrem specifischen Gewichte absondern, der Sauerstoff, als schwerer, würde sich aus den oberen Regionen mehr nach der Tiefe herabsenken als der Stickstoff, und ganz am Boden würde sich die Kohlensäure anhäufen, wie diese letztere in der That da, wo sie aus dem Erdinnern hervorquillt, zuweilen längere Zeit als unterste Schicht in Vertiefungen stehen bleibt, so in der Hundsgrotte bei Neapel, in der Dunsthöhle bei Pyrmont u. s. w. Aber die vielfachen Bewegungen der Atmosphäre lassen eine solche Absonderung nicht zu, die noch nicht einmal in künstlich verschlossenen Räumen zu bewirken gelungen ist.

Obgleich man, wie gesagt, allgemein die Luft nur für ein Gemenge ihrer Bestandtheile hält, so ist es doch lange Zeit nicht einmal gelungen, irgend einen zeitlich oder räumlich constanten Unterschied in ihrer Zusammensetzung aufzufinden.

Schon de Marti (1790) fand überall ungefähr 21 Theile Sauerstoff; weder Winde, noch Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, noch Temperatur oder Gewicht derselben hatten auf dieses Resultat den geringsten Einfluß. In allen Jahreszeiten zeigte sich dasselbe Verhältniß, und wenn de Marti zuweilen kleine Unterschiede fand, so zeigte ein später angestellter Versuch, daß es nur ein Beobachtungsfehler war. H. Davy fand bei Bristol dieselbe Zusammensetzung, und zwar selbst in der Luft, welche er bei heftigem Westwind an der Mündung des Severn gesammelt hatte, die also weit über das atlantische Meer hergekommen war. Ebenso fanden v. Humboldt und Gay-Lussac in 19 Versuchen, welche sie bei sehr verschiedenen Winden und Temperaturzuständen in Paris anstellten, zwischen 20,9 und 21,2 Theilen Sauerstoff. Berthollet fand in Cairo wie in Paris 22 Sauerstoff. Biot auf Formentera und Yviza, Kupfer in Kasan 21 Sauerstoff. Ebenso wenig zeigte sich ein Unterschied in verschiedenen Höhen. Auf dem Antisana, 16,600 Fuß hoch, fand v. Humboldt 21,8, und mit Gay-Lussac zusammen auf dem Mont-Cenis gerade so viel als in Paris.

Auf der Höhe vieler Schweizerberge, in der Nähe ihrer Gletscher, deren Luft für besonders rein gilt, fand Berger überall den normalen Gehalt, und ebenso Biot an den Seen von Neuenburg und Genf, zu Sallenche, Chamouny und an anderen Punkten der Schweiz. Auf der Spitze des Helvelyn in Cumberland fand Dalton die Luft gerade so zusammengesetzt, als in Manchester, und 20,400 Fuß über Paris fand Gay-Lussac bei seiner Luftreise dieselbe Luft wie unten in der Stadt.

Dieselbe Gleichförmigkeit der Zusammensetzung hat sich in der Nähe von Sümpfen und an Orten, wo viele Menschen athmeten, gezeigt, so daß also die Ungesundheit solcher Luft nicht aus dem Mangel an Sauerstoffgas abgeleitet werden kann. Séguin fand die Luft eines lange mit Menschen angefüllten Theaters, E. Davy die in den Sälen des Hospitals zu Cork ganz normal zusammengesetzt. Die genauesten Versuche hierüber stellten wieder v. Humboldt und Gay-Lussac an; sie fanden im Parterre des Théâtre français zu Paris 20,2 Sauerstoff, und auf der Galerie sogar 20,4. Sie sehen also, daß die Zusammensetzung der Atmosphäre in allen Regionen eine unerwartet gleichförmige ist. Nur erst durch die äußerst sorgfältigen Versuche von Lewy und Doyère ist es mit Hülfe der neuerlich sehr vervollkommneten Untersuchungsmethoden gelungen, constante kleine Unterschiede der Zusammensetzung nachzuweisen, namentlich fand Letzterer, je nach den herrschenden Windrichtungen, einen constanten Unterschied von 7 bis 10 Tausendtheilen des Sauerstoffgehaltes.

Diese constante Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ist aber für alle organischen Wesen höchst wichtig, ja sie ist eine der ersten Lebensbedingungen für dieselben. Auch hier begegnen wir, wie überall in der Natur, einem System des Ineinandergreifens von Wirkung und Ursache, von Bildung und Umbildung, ohne welches die Schöpfung nicht einen Augenblick bestehen könnte, und welches unserem Verstande die höchste Bewunderung abnöthigt. Der Lebensproceß der Thiere bewirkt durch das Athmen eine fortwährende Absorption von Sauerstoff, die Pflanzen dagegen machen Sauerstoff frei und fixiren dafür Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Sie sehen, die Einen bedingen die Anderen. Abgesehen von aller anderen Wechselseitigkeit würde

schon der Athmungsproceß allein das Bestehen der Thiere ohne Pflanzen oder der Pflanzen ohne Thiere auf die Dauer unmöglich machen, weil das, was die einen ausathmen, den anderen zur Nahrung dient.

Die Wirkungen der Atmosphäre auf den Lebensproceß sind so wichtig, daß ich mich nicht enthalten kann, Ihnen eine Stelle darüber aus Liebig's chemischen Briefen [20]) abzuschreiben.

„Zu den ersten Bedingungen der Unterhaltung des thierischen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerstoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf. Nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich. Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen, nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung, an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat, dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich. Nach Lavoisier's Versuchen werden von einem erwachsenen Mann in einem Jahre 746 Pfund, nach Menzies 837 Pfund Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen, und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde. Wo ist, kann man fragen, dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt? Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst: kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffes bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoffe verbunden, sie sind als Kohlensäure und Wasserdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind. Wenn wir, um einen Anhaltspunkt zu einer Rechnung zu haben, mit La-

voisier und Séguin annehmen, daß der erwachsene Mensch täglich 65 Loth Sauerstoff (46037 Kubikzoll gleich 15661 Gran franz. Gewicht) in sich aufnimmt, und wir seine Blutmasse zu 24 Pfund bei einem Wassergehalt von 80 Procent annehmen, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Bluts, daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blute in Kohlensäure und Wasser 66040 Gran Sauerstoff nöthig sind, die in vier Tagen und fünf Stunden in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen werden.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Bluts tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in vier Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, sowie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt oder, wenn man will, in einer anderen Form, als in der Form einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergiebt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt. Diese 27,8 Loth Kohlenstoff entweichen aus der Haut und Lunge in der Form von kohlensaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlensaures Gas bedürfen diese 27,8 Loth Kohlenstoff 74 Loth Sauerstoff. Nach den analytischen Bestimmungen von Boussingault verzehrt ein Pferd in 24 Stunden $158\frac{3}{4}$ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh $141\frac{1}{2}$ Loth. Die hier angeführten Kohlenstoffmengen sind als Kohlensäure aus ihrem Körper getreten, das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure $13\frac{7}{32}$ Pfund und die Kuh $11\frac{2}{3}$ Pfund Sauerstoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer anderen Form als in der einer Kohlen- oder Wasserstoffverbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der

ausgetretene Kohlen- und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht. Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Zahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge. Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener; es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung. Im Zustande der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger als im Zustande der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), sowie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander. Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Temperatur der eingeathmeten Luft. Die Brusthöhle eines Thiers hat eine unveränderliche Größe, mit jedem Athemzuge tritt eine gewisse Menge Luft ein, die in Beziehung auf ihr Volumen als gleichbleibend angesehen werden kann. Aber ihr Gewicht, und damit das Gewicht des darin enthaltenen Sauerstoffs, bleibt sich nicht gleich. In der Wärme dehnt sich die Luft aus, in der Kälte zieht sie sich zusammen. In einem gleichen Volum kalter und warmer Luft haben wir ein ungleiches Gewicht Sauerstoff.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken; der Raum, den der Wasserdampf in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff wie im Sommer.

Im Sommer und Winter, am Pole und Aequator athmen wir ein gleiches Luftvolumen ein. Die kalte Luft erwärmt sich beim Einathmen in der Luftröhre und den Lungenzellen, und nimmt die Temperatur des Körpers an. Um ein gewisses Sauerstoffquantum der Lunge zuzuführen, ist im Winter ein geringerer Kraftaufwand nöthig als im Sommer; für denselben Kraftverbrauch athmet man im Winter mehr Sauerstoff ein.

Es ist einleuchtend, daß wir bei einer gleichen Anzahl von Athemzügen in der Höhe des Meeresspiegels eine größere Menge Sauerstoff verzehren, wie auf Bergen, daß die Menge der austretenden Kohlensäure, sowie das eingesaugte Sauerstoffgas mit dem Barometerstande sich ändert.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, auf ähnliche Weise verändert, wieder aus; wir athmen in niederer Temperatur und höherem Luftdrucke mehr Kohlenstoff aus, wie in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältnisse mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unsern Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr wie im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewichte nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf. Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die Quelle der thierischen Wärme."

Die Bewohner der Polarländer verbrauchen, wie Sie aus

Obigem sehen, viel mehr Sauerstoff und viel mehr Kohlenstoff als die Bewohner der warmen Zonen, und dieser innere Verbrennungsproceß ersetzt ihnen einigermaßen die mangelnde Sonnenwärme. Aber wie, werden Sie fragen, steht das in Uebereinstimmung mit der Vertheilung des Thier- und Pflanzenlebens, und der überall gleichen Zusammensetzung der Atmosphäre? In den kahlen Polarländern, wo fast alle Vegetation fehlt, die den durch das Thierleben mit Kohlenstoff verbundenen Sauerstoff wieder frei macht, wird dennoch von den Thieren mehr Sauerstoff und mehr Kohlenstoff verbraucht, als in den üppigsten Waldgegenden der Erde. Wie werden denn nun hier beide ersetzt? — Durch die Strömungen des Meeres und der Luft! — Das Meer führt in seinen kleinen und großen Bewohnern, zuweilen erst durch die dritte oder vierte Hand, den Polarländern Kohlenstoff und Stickstoff zu, die Luft den Sauerstoff, und es fragt sich, ob in letzterer Beziehung nicht der Diamagnetismus der Erde eine wichtige Rolle spielt. Die neuesten Versuche haben gezeigt, daß der Stickstoff stärker von den magnetischen Polen abgestoßen wird, als der Sauerstoff. Ist das auch im Großen für die magnetischen Erdpole richtig, so muß beständig die Tendenz zu einer Sauerstoffanhäufung an den magnetischen Erdpolen vorhanden sein, wenn sie auch vielleicht wegen der vielen ausgleichenden Wirkungen nie zur Realisirung kommen kann.

Es ist oft die Frage aufgeworfen worden, wie hoch, d. h. wie dick unsere Atmosphäre sei. Die ganze Masse der Atmosphäre ist nach Dove ein wenig kleiner, als ein Milliontheil der Erdmasse. Unter der Voraussetzung, daß die Dichtigkeit der oberen Schichten dieselbe wäre als die der unteren, würde ihre Höhe eine deutsche Meile etwas übertreffen. Nur die Spitzen des Himalaja würden als einige kleine Inseln daraus hervor ragen. So ist es aber in Wirklichkeit nicht, die Atmosphäre wird nach oben immer dünner und dünner, und die Hülle, als welche sie die Erde umgiebt, ist deshalb jedenfalls viel dicker als eine Meile. Man hat diese Dimension auf verschiedene Weise zu bestimmen gesucht, aber zu einem sicheren Resultate ist man nicht gelangt. Ein Maximum der Lufthöhe ergiebt sich aus den Gesetzen der Schwere und Centrifugalkraft, weil über eine gewisse Grenze hinaus die erstere durch die letztere ganz

aufgehoben, alle Lufttheilchen in den Weltraum hinausgeschleudert werden würden. Dieses Maximum beträgt ungefähr 5½ Erdhalbmesser. So hoch ist aber die Atmosphäre sicher nicht. Aus der Ausdehnung des Dämmerungsscheines, der durch die Strahlenbrechung der Atmosphäre bedingt wird, hat man ihre Höhe auf 5 bis 10 Meilen berechnet. Auch den Luftdruck hat man als Unterlage für solche Berechnungen angewendet, aber man kennt nicht das Abnahmegesetz desselben in den oberen Regionen. Die verschiedenen Angaben über die Höhe der Atmosphäre sind darum ziemlich abweichend von einander. Biot bestimmte sie auf 163000 Fuß, v. Zach auf 180000 Fuß, Schmidt auf 27 Meilen.

Abgesehen von den unsicheren Schlüssen auf die Gesammthöhe gewährt uns das Barometer jedenfalls sehr sichere Auskunft über den nach Zeit und Ort verschiedenen Druck, welchen die Luft auf jedes Ding an der Erdoberfläche ausübt. Dieser Druck entspricht stets dem Drucke der Quecksilbersäule in der Barometerröhre, durch den er eben gemessen wird. Der mittlere Druck im Meeresniveau ist 337 Pariser Linien, was auf jeden preußischen Quadratzoll Oberfläche etwas über 15 Pfund beträgt. Aber dieser Luftdruck nimmt ab mit der Höhe, und zwar in den uns zugänglichen Regionen so gesetzmäßig, daß man durch seine Bestimmung die Meereshöhe eines Ortes ziemlich genau messen kann. Die Abnahme beträgt auf die ersten 70 Fuß Höhe etwa eine Linie der Quecksilbersäule, je höher aber, um so weniger beträgt sie und ist auch, jedoch je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande der Luft, etwas verschieden.

Dieses Abnehmen des Luftdruckes mit der Höhe ist, wie Sie wissen, die Ursache, warum man auf sehr hohen Bergen nichts gar kochen kann. Das Wasser kocht bei so geringem Luftdruck schon bei sehr niedriger Temperatur, in 10000 Fuß Meereshöhe z. B., wo das Quecksilber im Barometer nur etwa 17 Zoll hoch steht, schon bei 86,5° Cent. (gleich 69,2° R.). Umgekehrt bewirkt ein höherer Atmosphärendruck auch einen höheren Siedepunkt des Wassers, und wenn wir etwa annehmen dürften, daß während der Steinkohlenbildungsperiode die Atmosphäre doppelt so schwer gewesen sei als jetzt, so müßte der Siedepunkt damals

gleich 121,5° unserer jetzigen hunderttheiligen Thermometerscala gewesen sein.

Der geringere Luftdruck in hohen Gebirgen bringt ferner jene eigenthümliche Mattigkeit hervor, von der alle Besteiger hoher Berge befallen werden, und zwar, wie Weber gezeigt hat, aus dem Grunde, weil alle Gelenke des Körpers durch den geringeren Luftdruck nicht mehr so fest zusammengepreßt und deshalb die Muskeln mehr in Anspruch genommen werden als gewöhnlich.

Der Luftdruck ist aber, wie ich Ihnen schon sagte, sowohl regelmäßig periodisch, als unregelmäßig schwankend. Die periodischen Schwankungen zeigen sich am bestimmtesten unter den Tropen. Täglich zweimal (früh 9 und Abends 10½ Uhr) erreicht er sein Maximum, und eben so oft (früh 4 und Nachm. 4½ Uhr) sein Minimum. Diese regelmäßige Schwankung nimmt von den Wendekreisen gegen die Pole hin immer mehr ab und ist schon bei uns lange nicht mehr so erkennbar. Dagegen werden in diesen Regionen die unregelmäßigen Veränderungen des Luftdruckes gerade so wie das veränderliche Wetter um so herrschender. Es lassen sich die ersteren, wie Sie wissen, einigermaßen benutzen, um Wetterveränderungen kurze Zeit voraus zu bestimmen, und das ist der Grund, warum die den Luftdruck messenden Barometer oft Wettergläser genannt werden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß Mond und Sonne in ähnlicher Weise auf das Luftmeer wirken, wie auf das Wassermeer, d. h. daß sie Fluth und Ebbe in demselben hervorrufen. Der Fluthhügel der Atmosphäre scheint aber wegen ihrer geringen Dichte nur sehr klein zu sein. Seine Bestimmung ist um so schwieriger, da man ihn nicht direct beobachten, sondern nur aus kleinen Druckunterschieden erkennen kann, die nicht der Summe seiner Höhe entsprechen. Der Einfluß desselben auf den Barometerstand beträgt auf St. Helena, also in der Nähe des Aequators, nur $^4/_{1000}$ eines englischen Zolles.

In geringer Ausdehnung erscheint uns die atmosphärische Luft stets vollkommen durchsichtig wie der leere Raum. In Wirklichkeit ist sie das aber nicht, sondern sie setzt, wie jeder andere durchsichtige Körper, den durchgehenden Lichtstrahlen gewisse Hemmnisse entgegen, absorbirt sie. Wäre daher unser ir-

discher Gesichtskreis auch nicht durch die Rundung der Erde ein horizontal beschränkter, so würden wir dennoch nicht auf jede Entfernung hin selbst hinreichend große Gegenstände erkennen können, gerade so wie auch das hellste Wasser nicht auf jede Dicke völlig durchsichtig ist. Die im Allgemeinen große Diaphanität der Luft ist aber sehr ungleich, je nach ihrer Dichtigkeit und noch mehr je nach ihren Feuchtigkeitszuständen. Darum ist sie verschieden in Niederungen und auf hohen Bergen, verschieden in den Polargegenden und am Aequator, verschieden in trockenen und feuchten Ländern, verschieden endlich nach den wechselnden Witterungsverhältnissen.

Auf hohen Bergen erscheint der unbewölkte Himmel tiefblau, fast schwarz, die Sterne leuchten mit erhöhtem Glanz, ferne Bergspitzen erscheinen außerordentlich nahe. Ich selbst entsinne mich, auf dem Faulhorn die Venus in einem solchen Glanze gesehen zu haben, daß ihr Licht das Lesen gestattete, es war zur Zeit ihres Maximums im Jahre 1852. Aehnlich wie hohe Berge verhalten sich in dieser Beziehung gewisse trockene Gegenden in der Nähe des Aequators, so namentlich die nicht sehr hochliegende Ebene Persiens. Der amerikanische Missionär Stoddart schrieb darüber am 29. October 1852 einen merkwürdigen Brief aus Oroomiah an Sir John Herschel. „Niemand durchwanderte je dieses Land," sagt Stoddart[41]), „ohne über die Klarheit erstaunt zu sein, mit welcher entfernte Gegenstände gesehen werden. Berge, die 50, 60 selbst 100 engl. Meilen entfernt sind, projiciren sich mit großer Schärfe der Umrisse auf dem blauen Himmelsgrunde, und die schneebedeckte Spitze des Ararat ist bei 200 engl. Meilen Entfernung gerade so hell und schön als wenn wir am Fuße des Berges stehen. Damit zusammenhängend wird es von Interesse sein zu erfahren, daß die scheinbare Convergenz der Sonnenstrahlen nach dem ihrer Scheibe gegenüber stehenden Punkte, welche Sir D. Brewster als ein seltenes Phänomen bezeichnet, in Persien so gewöhnlich eintritt, daß im Sommer keine Woche vergeht, ohne daß bei Sonnenuntergang der ganze Himmel wie mit Bändern überzogen ist, welche den Meridianen eines künstlichen Globus nicht unähnlich sind. Aber in größtem Glanze und in vollster Schönheit erscheint der persische Himmel nach Sonnenuntergang, und es

ist nicht übertrieben, wenn man sagt, daß ohne das Dazwischenkommen des Mondes die drei Sommermonate etwa 75 Nächte bieten, welche zu feinen Beobachtungen günstiger sind als die schönsten Nächte im südlichen Theile Nordamerikas. Ein sechsfüßiges Newton'sches Teleskop, von 5 Zoll Oeffnung, dessen Spiegel etwas gelitten haben und das auch sonst noch beschädigt ist, that in Persien unvergleichlich bessere Dienste als in Amerika. Venus erscheint mitunter in so blendendem Lichte, daß man in 13 Fuß Entfernung vom Fenster die Zeiger der Uhr und Gedrucktes erkennt. Vor einigen Monaten, als ich in Erfahrung gebracht hatte, die Jupitermonde habe man auf dem Aetna ohne Ferngläser gesehen, kam mir der Gedanke, daß ich mich unter den besten Verhältnissen befände, die Sehkraft des bloßen Auges zu prüfen, und ich beschloß einige Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Zuerst richtete ich meine Aufmerksamkeit längere Zeit hindurch vergeblich auf den Jupiter. Dieser Planet war stets so hell und schoß Strahlen, daß es ganz unmöglich schien, einen seiner Monde selbst zur Zeit des größten Abstandes vom Planeten aufzufinden. Diese Versuche änderte ich auf mannichfache Weise, indem ich durch die Röhre eines Fernrohres ohne Gläser sah, oder auch mein Auge dergestalt in die Nähe der Ecke eines Gebäudes brachte, daß die glänzendsten Strahlen des Planeten abgeschnitten waren, ohne daß die Ansicht nach rechts oder links verdeckt wurde; dennoch gelang es in keinem Falle einen Jupitermond zu sehen. Eines Tages saß ich spät hin im Freien beim Schwinden des Tageslichtes, um auf das erste deutliche Erscheinen des Planeten zu warten, bis er in seinem vollen Glanze hervortrat: diesmal wurde ich aufs Freudigste überrascht, in der Nähe des Jupiter zwei sehr schwache Lichtpunkte zu bemerken, welche ich sogleich für Monde hielt — gerade zu der Zeit, als die Sterne erster und zweiter Größe sichtbar zu werden anfingen. Ich richtete sogleich das Fernrohr auf den Planeten und fand meine Vermuthung bestätigt. Seit jenem Abende habe ich oft, zu derselben Stunde, einen ähnlichen Anblick dieser teleskopischen Gegenstände gehabt, und kann nicht glauben, mich über die Thatsache der Sichtbarkeit der Monde des Jupiter mit bloßem Auge getäuscht zu haben. —

Der Zeitraum, während dessen die Satelliten des Jupiter in der Dämmerung sichtbar sind, beträgt nicht mehr als 10 Minuten, denn sehr bald wird der Planet hell genug, um sie mit seinen Strahlen zu verlöschen. Ich will mich hier nicht damit aufhalten, die an sich interessante Frage zu erörtern, warum diese Monde überhaupt sichtbar sind zu einer Zeit, wo Sterne dritter und vierter Größe nicht gesehen werden können, sondern einfach das Factum hinstellen. Sowohl die Fixsterne als die Planeten erscheinen hier in Persien in einem schönen, ruhigen Lichte, und man bemerkt kaum ein Funkeln, sobald sie 40 Grad über dem Horizont stehen.

Nachdem ich so zu einem befriedigenden Resultate über die Jupitermonde gekommen war, wandte ich mich zu dem Saturn. Der Planet ging so spät in der Nacht auf, daß ich ihn beim Warten auf Jupiter nicht gesehen hatte; ich war nun begierig zu wissen, ob ich eine Spur vom Ringe mit bloßem Auge bemerken würde. Zu meinem Erstaunen und zu großer Freude war die Verlängerung in dem Augenblicke sichtbar, als ich meine Augen fest auf den Planeten richtete. Es war hier nicht wie bei den Monden des Jupiter, die ich dort beim Anstrengen der Aufmerksamkeit vermuthete und dann klarer und klarer erkannte; der Anblick des Saturn war sogleich überzeugend, und ich konnte mich nur wundern, daß ich die Entdeckung nicht schon früher gemacht hatte. Diesen Umstand kann ich nur dadurch erklären, daß ich, obgleich ich den Planeten hier oft im Fernrohr sah, dennoch ihn nie zuvor mit bloßem Auge betrachtet hatte. —

Nachdem ich Saturn untersucht hatte, ging ich über zu Venus. Das Aeußerste, was ich mit unbewaffnetem Auge erreichte, war die Ueberzeugung, daß Venus ungleich Strahlen auswarf und keine runde Gestalt besaß; sobald ich jedoch ein dunkles Glas nahm von passender Farbe und Stärke, sah ich den Planeten als einen kleinen, aber wohlbegrenzten zunehmenden Mond. Gegen Täuschung sicherte ich mich dadurch, daß ich das Glas hin- und herdrehte und auch von verschiedenen Gläsern Gebrauch machte; ich hatte stets dasselbe angenehm überraschende Ergebniß. Es mag sein, daß man diese Beobachtung sogar in England machen kann, aber ich erinnere mich nicht, je davon gehört zu haben."

Wie viel weniger durchsichtig ist gegen dieses Beispiel unsere deutsche Atmosphäre und noch mehr die der Polargegenden. Aber sehr ungleich ist diese Durchsichtigkeit auch je nach den Witterungsverhältnissen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß man es bei uns immer für Vorzeichen ungünstigen Wetters hält, wenn vermöge der Luftdurchsichtigkeit ferne Berge sehr nah und dunkelblau erscheinen, was indessen gewöhnlich auch nach starken Regengüssen einzutreten pflegt, und dagegen für ein Vorzeichen anhaltend schönen Wetters, wenn dieselben Berge grau, undeutlich und mit matten Umrissen erscheinen.

Clausius hat gezeigt, daß die Lichtreflexion, die blaue Farbe und die Abendröthe der Atmosphäre von stets in ihr vorhandenen kleinen Wasserbläschen herrühren.[41])

Wie das Licht wechselnd ungleiche Widerstände bei seinem Durchgang durch die Atmosphäre findet, so auch der Schall. Sie werden sicher schon bemerkt haben, wie sehr ungleich dieselben Thurmglocken tönen, je nach dem Zustande der Atmosphäre und des Wetters. In den Nordpolargegenden hat man gefunden, daß bei dem Zusammentreffen einer bestimmten niederen Temperatur mit trockner Luft die menschliche Rede wenigstens dreimal so weit verstanden wird als bei uns gewöhnlich.

Es bliebe mir auch noch übrig, Ihnen Einiges über die constanten und unregelmäßigen Strömungen der Luft, die Winde, über ihre Temperatur-, Feuchtigkeits- und Elektricitätszustände zu sagen, aber ich verspare das für einen Brief über das Wetter.

Vierunddreißigster Brief.

Klima.

„Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Organe merklich afficiren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometrischen Druckes, den ruhigen Luftzustand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der elektrischen Spannung, die Reinheit der Atmosphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder schädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchsichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht blos wichtig ist für die vermehrte Wärmestrahlung des Bodens, die organische Entwickelung der Gewächse und die Reifung der Früchte, sondern auch für die Gefühle und die ganze Seelenstimmung des Menschen." v. Humboldt S. 340.

Den wesentlichsten Einfluß auf das Klima einer Gegend üben stets ihre Temperaturverhältnisse, ja man pflegt sehr oft unter Klima vorzugsweise nur die Temperaturverhältnisse zu verstehen. Lassen Sie uns deshalb die Ursachen derselben etwas näher untersuchen.

In dem sechszehnten Briefe habe ich die inneren Wärmeverhältnisse des Erdkörpers besprochen, diese sind es aber nicht, welche einen bemerkbaren Einfluß auf die Temperatur der Oberfläche ganzer Gegenden ausüben, sie bringen höchstens ganz locale Steigerungen der Oberflächentemperatur durch vulkanische Thätigkeit hervor. Die Temperatur der festen Erdoberfläche, bis zu einer Tiefe von 4 bis 60 Fuß, sowie die ihrer Wasser- und Lufthülle, ist vielmehr bedingt durch die strahlende Wärme der Sonne. Wäre daher, wie v. Humboldt andeutet, die Erde eine an ihrer Oberfläche überall ebene und gleichartige Kugel, so würden ihre äußeren Wärmeverhältnisse höchst einfach und regelmäßig sein. Die mittlere Temperatur würde überall vom Aequator gegen die Pole hin gleichmäßig abnehmen. Und noch einfacher würde sich dieses Verhältniß gestalten, wenn die Erdaxe rechtwinklig gegen die Bahnebene stände, denn dann würden auch alle Unterschiede der Jahreszeiten verschwinden, am Aequator würde unter den stets senkrechten Sonnenstrahlen alles Organische versengen, und gegen beide Pole hin würde sehr früh, wohl

schon in der Breite Skandinaviens, die unbewohnbare Region des ewigen Eises beginnen. So blieben nur zwei verhältnißmäßig schmale Streifen — die gemäßigten Zonen — als Wohnplatz für organische Wesen übrig, wenn diese überhaupt bei so einfacher Bodengestaltung denkbar wären.

Sie sehen, die schräge Stellung der Erdare gegen ihre Bahn ist in jeder Beziehung die glückliche Ursache, oder die Grundbedingung alles organischen Lebens auf dem Erdkörper. Wenigstens ein ähnliches, wie wir es kennen, wäre ohne sie nicht denkbar. Sie hat, wie wir sahen, alle Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung ursprünglich veranlaßt, und sie ist überdies die Ursache des Wechsels der Jahreszeiten, während jene Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung eine den Organismen äußerst günstige Variation in die örtlichen Temperaturverhältnisse bringt, die ohne sie immer noch sehr einfach sein würden. Es ist das wieder eine von den wichtigen organischen Verkettungen von Ursache und Wirkung, die, wenn wir es menschlich auffassen wollen, einen tiefen Plan in der Schöpfung ahnen lassen, oder vielleicht noch besser nothwendig, als planmäßig genannt werden müssen.

Lassen Sie uns nun die Gründe etwas näher ins Auge fassen, warum die Mannichfaltigkeit der Erdoberfläche einen so großen Einfluß auf die locale Temperatur, auf das locale Klima hat, als es der Fall ist.

Die auf die Erdoberfläche fallende Sonnenwärme wird einestheils verwendet zur Temperaturerhöhung der Substanzen, welche ihren Aggregatzustand nicht verändern, anderentheils aber wird sie im Schmelzungsproceß des Eises und im Verdunstungsproceß des Wassers gebunden. Es wirken deshalb Wasser- und Landoberflächen sehr ungleich auf die Temperaturverhältnisse ein. Obwohl daher das Wasser bis zu viel größerer Tiefe von den Sonnenstrahlen durchdrungen und erwärmt wird, als das Land, so wird es doch von derselben Menge ausstrahlender Wärme nie so stark erwärmt, als das Land, da eben durch Verdunstung desselben oder durch Schmelzung von Eis stets eine große Menge Wärme gebunden (latent) und folglich unwahrnehmbar wird.

Wäre das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf beiden Erdhälften dasselbe, so würde auf der gesammten Erdoberfläche,

während wir in der nördlichen Hemisphäre Sommer haben, ein eben so großer Antheil der auffallenden Wärmemenge latent werden, als während unseres Winters. Nun ist aber jenes Verhältniß so verschieden, daß, wie wir gesehen haben, England in die Mitte derjenigen Erdansicht (Globusansicht) fällt, bei welcher man das meiste Land übersieht, die Shettlandsinseln in die der größten Wasseransicht. Nähert sich daher die Sonne vom südlichen Wendekreis dem nördlichen, so vermindert sich fortwährend die flüssige Grundfläche, welche von ihr beschienen wird, während die feste zunimmt. Es steigt darum fortwährend die freie Wärme, weil ein immer geringerer Theil der auffallenden Sonnenwärme im Schmelzungs- und Verdunstungsproceß gebunden wird. Dove[17]) hat diese Thatsache zuerst theoretisch begründet und in den Worten ausgesprochen: die Gesammttemperatur der Erde erleidet eine periodische Aenderung, die ihr Maximum zur Zeit der nördlichen Abweichung der Sonne, ihr Minimum bei südlicher Abweichung derselben erreicht.

Auf dem Festlande wird also mehr Wärme frei, als auf der Meeresoberfläche, aber dennoch erwärmt sich das Wasser tiefer, als das Land, es wirkt auf diese Weise wärmesammelnd. Die während der Sonnenbestrahlung aufgenommene Wärme wird zu anderen Zeiten zum Theil wieder frei, theilt sich dem benachbarten Lande mit und wirkt auf diese Weise mäßigend, regulirend. Da es überdies, wie wir gesehen haben, durch vielfache Strömungen bewegt wird, so trägt es die in den Tropen aufgenommene Wärme vielfach gegen die Pole hin, und bringt in Gegenden hoher Breite oft sehr merkliche Temperaturerhöhungen hervor. So in gewissem Grade der Golfstrom, dessen Einflusse auf das Klima Englands und Skandinaviens indessen noch eine Anzahl anderer Umstände zu Hülfe kommen, die Sie im Kosmos hervorgehoben finden, und unter denen die südlich in der heißen Zone vorliegende große Landmasse Afrika's einer der wichtigsten ist. Andere Strömungen gehen von den Polen gegen den Aequator, sie führen Eis und Kälte mit sich. Meistentheils bewegen sie sich in der Tiefe, nahe dem Boden des Meeres, und dadurch erklärt es sich, daß zwischen den Wendekreisen das Meer in der Tiefe meist eine viel niedrigere mittlere Temperatur zeigt, als an der Oberfläche. Die großen Eisberge des Nor-

dens werden durch diese tiefgehenden Polarströme, zuweilen sogar durch entgegengesetzte Strömungen der Oberfläche, hindurch fortbewegt.

Das Salzwasser des Meeres verhält sich zur Wärme nicht ganz gleich mit dem Süßwasser. Letzteres erreicht bei 3° Wärme das Maximum seiner Dichtigkeit, während das Meereswasser seine größte Dichtigkeit erst bei 0° erreicht. Durch diesen Umstand geschieht es, daß das Süßwasser unter gleichen äußeren Umständen weit schneller sich mit Eis bedeckt, als das Meer. Ehe nämlich das Wasser die Temperatur seiner größten Dichtigkeit erreicht hat, sinken stets die an der Oberfläche erkalteten Theile als schwerer in die Tiefe, und wärmere aus der Tiefe treten an ihre Stelle, das hält den Erstarrungsproceß der Oberfläche sehr auf. Sobald aber alles Wasser in dem Becken gleiche Dichtigkeit erreicht hat, und dieser Zeitpunkt tritt, wie gesagt, bei Süßwasser schon mit 3° über dem Gefrierpunkte ein, so findet kein Ab- und Aufströmen mehr statt, sondern die Oberfläche erkaltet ruhig, bis sie erstarrt. Die Eisoberfläche wirkt dann aber nicht mehr mäßigend, sondern nur abkühlend auf die Umgegend. Fast alle auffallenden Wärmestrahlen absorbirt sie zu theilweiser Schmelzung und Verdunstung. Darum ist das Winterklima in der Nähe der großen nordamerikanischen Seen ein besonders niederes, kaltes.

Eine zweite wichtige Ursache der localen Temperaturverschiedenheit ist die Erhebung des Bodens über die Meeresoberfläche. In der Nähe der letzteren ist unter übrigens gleichen Umständen die Temperatur stets am höchsten, von ihr aufsteigend nimmt sie überall ab. Darum ist es in den Gebirgsgegenden bei übrigens gleicher Lage stets kälter, als in Ebenen, und daher kommt es, daß bei einer gewissen, örtlich sehr verschiedenen Höhe Schnee und Eis in den Gebirgen das ganze Jahr hindurch bleiben. Die Höhe dieser sogenannten Schneelinie, der unteren Grenze des ewigen Schnees, ist der mittleren Temperatur derselben Gegenden im Meeresniveau im Allgemeinen entsprechend, größer oder geringer. Wäre die Wärmevertheilung auf dem Erdkörper eine ganz regelmäßig vom Aequator gegen die Pole gleichmäßig abnehmende, so würde die Schneelinie unter dem Aequator überall ungefähr 15,000 Fuß über dem Meere liegen und

sich von da in regelmäßiger Curve gegen die Pole hinabsenken, etwa bei dem 65sten Grade nördlicher und südlicher Breite den Meeresspiegel erreichend. So regelmäßig sind aber eben die Wärmeverhältnisse nicht, vor allen Dingen ist die nördliche Hemisphäre im Allgemeinen wärmer, als die südliche, die Schneelinie senkt sich darum in ihr erst bei 70—75° der Breite in das Meer, während sie in der südlichen dessen Oberfläche schon unter dem 60sten Breitengrade erreicht.

Aber noch außer diesem allgemeinen Verhalten beider Hemisphären ist die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche eine sehr ungleiche, und das drückt sich z. B. sehr schlagend dadurch aus, daß die Schneegrenze in den Anden unter dem Aequator nur 15,800 Fuß hoch liegt, während sie im Himalaja unter dem 30sten Grad nördlicher Breite sich zu 16,500 Fuß erhebt, und in diesem Gebirge sonderbarer Weise auf der dem Aequator näher liegenden Südseite um 1000 Fuß tiefer herabsinkt, als auf der Nordseite.

Die Höhe der Schneegrenze in den Gebirgen ist aber nicht blos eine Folge der Temperaturvertheilung, sondern die Gebirgserhebungen, und besonders wenn sie die Schneegrenze übersteigen, werden zu einer wichtigen Ursache localer Temperaturverschiedenheit. Es wirken nicht nur diese kalten Gebirgskörper abkühlend (wärmeabsorbirend) auf ihre Umgegend, sondern sie treten überdies auch noch kalten oder warmen Luftströmungen, welche ihrerseits sehr wichtige Ursachen ungleicher Wärmevertheilung sind, als Hinderniß entgegen, und üben dadurch einen entschiedenen Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse ganzer Länder.

Der Feuchtigkeitszustand, die Wolkenbildung, die Ruhe oder Bewegung der Luft an sich, sind ebenfalls Umstände, welche auf die Vertheilung der Wärme wesentlich influiren, ja wir müssen dahin auch noch die Form und Bedeckung der festen Oberfläche rechnen, da es nicht gleich ist, ob die Sonnenstrahlen auf dichte Waldflächen oder auf dürre Sandwüsten auffallen. Aber die meisten dieser Ursachen sind zugleich auch Folgen der Wärmevertheilung, und so sehen wir überall das innigste Ineinandergreifen von Ursache und Wirkung.

Man hat nun die Temperaturverhältnisse vieler Gegenden durch Temperaturbeobachtungen zu erforschen gesucht und pflegt

dieſelben durch mittlere Reſultate dieſer Beobachtungen auszudrücken. Und zwar durch mittlere Werthe, reducirt auf das Niveau des Meeres, indem man die geſetzmäßige Wärmeabnahme durch Erhöhung über daſſelbe in Rechnung bringt. So hat z. B. Reich die mittlere Temperatur der Stadt Freiberg in Sachſen durch Beobachtung gleich + 7,22° Cent. (gleich 5,77° R.) gefunden und daraus berechnet, daß, wenn dieſe Stadt nicht 1200 Fuß hoch, ſondern im Meeresniveau läge, dieſelbe gleich 9,27° Cent. ſein würde, denn die Temperaturabnahme beträgt hier auf 522 Fuß 1° Cent. Dieſe Wärmeabnahme mit der Höhe iſt, wie wir ſchon ſahen, nicht überall und nicht in allen Zeiten gleich groß. Im Harz beträgt dieſelbe im Winter 1° auf 525 Fuß, im Sommer 1° auf 708 Fuß, in den Alpen durchſchnittlich 1° auf 540 Fuß u. ſ. w. Wenn man nun Orte gleicher, auf den Meeresſpiegel reducirter mittlerer Temperatur, z. B. alle von + 25° + 20° + 15° + 10° + 5° u. ſ. w., auf einer Karte durch Linien verbindet, ſo nennt man dieſe Linien Iſothermen. Dieſe Iſothermen laufen keineswegs, wie die geographiſchen Parallelkreiſe, dem Aequator parallel, ſondern je genauer man ſie beobachtet, deſto mehr findet man ſie gebogen und gewunden, namentlich da, wo die Vertheilung von Land und Waſſer ſehr complicirt iſt, oder wo conſtante Meer- oder Luftſtrömungen einwirken. So machen ſie z. B. im Gebiet des weſtlichen Europa einen ſehr auffallenden Bogen gegen Nord, welcher andeutet, daß England, Schottland und die Küſten von Norwegen ſich einer viel höheren mittleren Temperatur erfreuen, als Rußland, Sibirien, Nordamerika und Grönland unter denſelben Breiten.

Die höchſten mittleren Temperaturen der Erde 27—28° C. fallen keineswegs genau mit dem Aequator zuſammen, ſondern, wie es ſchon das S. 278 Geſagte ſchließen läßt, mehr oder weniger in die nördliche Hemiſphäre. Sie bezeichnen den Wärmeäquator. Von da gegen die Pole werden die Beugungen der Iſothermen immer größer, und geſtalten ſich nach dem Nordpole zu der Art, daß man daraus auf 2 nördliche Kältepole, einen bei den Georgsinſeln, den anderen öſtlich vom Vorgebirge Taimura, ſchließen möchte.

Aber die mittlere Jahrestemperatur genügt keineswegs zur

Bezeichnung der klimatischen Verhältnisse eines Ortes. „Eine Meteorologie, welche sich lediglich die Auffindung der mittleren Werthe als Aufgabe stellte, wäre einer Astronomie zu vergleichen, welche nur die mittleren Entfernungen der Gestirne zu bestimmen suchte, ohne sich um die Gestalt ihrer Bahnen zu bekümmern. Wie hier in der periodisch sich ändernden Stellung der Gestirne gegen einander erst die Kräfte sich ermitteln lassen, so treten die meteorologischen Gesetze erst deutlich in den Veränderungen hervor."

Man hat deshalb außer der mittleren Jahrestemperatur zunächst die mittlere Temperatur einzelner Jahreszeiten, namentlich des Sommers und Winters, zu bestimmen gesucht. Die Linien gleicher mittlerer Sommertemperatur hat man Isotheren, die gleicher mittlerer Wintertemperatur Isochimenen genannt. So sind z. B. die Winter Englands weit milder, als die von Gegenden Deutschlands, welche dieselbe mittlere Temperatur besitzen. Aber auch diese Unterscheidungen genügen noch nicht zur vollen Kenntniß der Temperaturverhältnisse irgend eines Ortes, man muß vielmehr womöglich die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate, die Zeiten und Größen der Maxima und Minima (höchsten und niedrigsten Thermometerstände), sowie den mittleren Temperaturverlauf der einzelnen Tageszeiten kennen, um sich dann aus dem Allen ein richtiges Bild von den Temperaturzuständen eines Ortes zu machen. Dafür ist denn auch neuerlich, besonders durch Dove's rastlose Bemühungen, sehr viel geschehen, und es giebt für einzelne Gegenden der Erde bereits genaue Tabellen und graphische Darstellungen aller dieser Verhältnisse.

Die Unterschiede sind in dieser Beziehung außerordentlich groß. Am Commewyne (Amerika 5½ Grad S. B.) z. B. ist der kälteste Monat im Mittel noch nicht einen Grad kälter, als der wärmste, während in Jakutzk (62° N. B.) dieser Unterschied 50 Grad beträgt. Vergleicht man die Beobachtungspunkte in Nordasien mit denen in Europa und Nordamerika, so findet man unter gleicher geographischer Breite ebenfalls außerordentliche Unterschiede der jährlichen Veränderung. Die Schwankung ist selbst bei geringer Entfernung sehr ungleich; in Helston (Cornwallis) beträgt z. B. der Unterschied des kältesten und wärmsten Monates

noch nicht 8 Grad, und in Uralsk (51° 11′ N. B.), also unter beinah gleicher Breite, 35 Grad.

Diese Unterschiede sind es, welche man durch die Ausdrücke Seeklima und Continentalklima zu bezeichnen pflegt. Und zwar pflegt man sie deshalb so zu bezeichnen, weil die Gleichförmigkeit des Klima's durch Vorherrschen der Wasseroberfläche, die Schwankung von einem Extrem zum anderen durch Vorherrschen der Landoberfläche bedingt wird. Dieser Unterschied ist im Allgemeinen bezeichnend für die Land- und Wasserhemisphäre. Daher kommt es, daß bei kälterer Mitteltemperatur dennoch im südlichen Theil von Südamerika die Winter wärmer, die Sommer kälter sind, als unter gleichen Breiten in Nordamerika, und daß die Palmen und ähnliche gegen Kälte empfindliche Pflanzen in Chile weiter gegen Süd reichen, als in Nordamerika, Asien und Europa gegen Nord; während gar nicht weit von der südlichen Palmengrenze, unter demselben Breitengrad von Genf, in Patagonien Gletscher bis in das stille Meer herabreichen.

Der Unterschied zwischen Seeklima und Continentalklima ist aber keineswegs immer auf das ganze Jahr auszudehnen. Manche Gegenden der Erde haben im Sommer Continentalklima, im Winter Seeklima oder umgekehrt, d. h. die extremen Abweichungen von der mittleren Temperatur finden in ihnen nur nach einer Richtung statt. Mit wenigen Abänderungen erlaube ich mir, hierfür Ihnen einige Beispiele mitzutheilen, welche Dove[17]) anführt: Für den Januar sind wir vollkommen berechtigt, Nordamerika und Asien dem Continentalklima beizuzählen, denn die hohen Temperaturen Europa's und der Westküste von Amerika jenseit der Felsgebirge zeigen, daß die mittlere Temperatur der Parallelkreise die des Innern der Continente und seiner Ostküsten entschieden übertrifft.

Aber schon im Februar beginnen die Verhältnisse sich zu verändern. Mit zunehmender Mittagshöhe der Sonne sollte man vermuthen, daß überall die Isothermen sich nach den Drehungspolen der Erde in Bewegung setzen, d. h. daß die Temperatur steigen werde. Das ist auch in Nordasien und im östlichen Europa der Fall, wo fast überall die Temperatur des Februar höher ausfällt, als die des Januar. Ganz anders an der Ost-

küste von Nordamerika, denn in Boothia-Felix, der Winterinsel, Igloolik, Hebron, Okak, Nain, Halifax F. Sullivan bis nach Long Island hinab ist der Februar kälter, als der Januar, ja, berechnet man das zehnjährige Mittel der halbmonatlichen Temperaturen sämmtlicher Beobachtungsorte des Staates Newyork, so fällt das Minimum in den Anfang Februar. Auch Island zeigt dieselbe Anomalie, ja sie greift, wie die Beobachtungen von Thornshavn, Wick, Unst und Sandwick zeigen, bis nach Europa herüber.

Mit dem März beginnen zwar auch die amerikanischen Isothermen sich nach Norden zu bewegen, d. h. die Temperatur jedes Ortes steigt, aber entschieden langsamer, als in der alten Welt, ja in Reykiavig fällt das Minimum der Winterkälte in den Anfang März. Alles deutet auf die merkwürdige Thatsache hin, daß die Sommerwärme in Nordamerika niedriger ist, als in Europa unter gleicher Breite, daß also in dieser Jahreszeit Nordamerika nicht dem Continentalklima angehört, sondern vielmehr die charakteristischen Kennzeichen des Seeklima's an sich trägt.

Albani in Nordamerika liegt keinen vollen Grad nördlicher, als Rom, aber seine mittlere Temperatur gleicht der von Dublin. Zur Zeit der größten Sommerwärme ist sie etwa zwei Grad niedriger, als die Roms, im Winter aber ist der Unterschied so beträchtlich, daß der Hudson schon Mitte December zum Stehen kommt und erst Mitte März wieder aufthaut. In höheren Breiten tritt dieser Unterschied noch viel entschiedener hervor. So ist die Juliwärme von Kafiord 6 Grad höher, als die von Boothia, der Juni von Nishney Kolymsk 8 Grad wärmer, als der von Igloolik, der Juli von Torneo sogar 11½ Grad wärmer, als der der Winterinsel.

Diese Ungleichförmigkeiten der Temperatur lassen sich nicht alle vollkommen durch Linien auf Karten darstellen. Die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen ist hierfür zu groß und zu veränderlich. Alle diese Linien, welche mittlere Resultate von sehr vielen Beobachtungen darstellen, müssen überdies, um ein richtigeres Bild von den wirklichen Temperaturverhältnissen zu geben, wie die magnetischen Linien, mit denen sie selbst in ihren Hauptbiegungen einige Analogie zeigen, in beständigem Hin- und Her-

schwanken gedacht werden, denn stündlich und täglich ändert sich die Temperatur jedes Ortes. Nur die jährlichen Mittel erscheinen hier viel constanter, als die magnetischen, bei denen man ein seculäres Fortrücken beobachtet hat.

Im Winter schlingen sich, wie erwähnt, die Isothermen der nördlichen Hemisphäre um zwei ideale Kältepole, deren einer bei den Georgsinseln, der andere nördlich von Asien liegt. Gegen den Sommer hin bewegen sich diese idealen Pole gegen den Drehungspol der Erde, der asiatische jedoch schneller, als der amerikanische, so daß ihre Vereinigung auf die amerikanische Seite fällt.

Die großen Modificationen (sagt Dove[17]), welche die ganz unsymmetrische Vertheilung des Festen und Flüssigen in dem europäischen Sommer hervorbringt, sind ein Heraustreten aus der natürlichen Einfachheit, wie sie eine gleichförmige Wasserbedeckung oder eine mehr symmetrische Vertheilung des Landes hervorbringen würde. Der Herbst nun ist eine Rückkehr in diesen normalen Zustand, der Frühling ein mehr gewaltsames Herausreißen aus demselben. Die Natur schlummert ruhiger im Herbst ein, sie erwacht fieberhaft im Frühling. Daher hier jene vielfachen Rückfälle der Kälte, während im Herbst der sogenannte Nachsommer viel beständiger ist. Daher ist im Herbst die Zeit, wo die Temperatur durch ihren mittleren jährlichen Werth hindurch viel unveränderlicher, als im Frühjahr ist. Endlich ist auch der Spielraum der Veränderungen im Herbst am geringsten, der September in der gemäßigten Zone derjenige Monat, dessen Wärme in den einzelnen Jahrgängen die geringsten Unterschiede zeigt. Daß wir gewöhnlich den Frühling so hoch über den Herbst stellen, kommt vielleicht nur daher, daß jenem der vorhergegangene Winter zur Folie dient, oder daß dieser das wehmüthige Gefühl des Abschiedes der Vegetation erweckt.

Man hat oft behauptet, die klimatischen Zustände der Erde hätten sich in historischer Zeit wesentlich verändert und namentlich verschlechtert, gewisse Pflanzen könnten da nicht mehr gebaut werden, wo sie früher gebaut wurden. Das wäre an sich nicht unmöglich, die Abkühlung der Erde könnte bemerkbar vorschreiten. Daß local, für gewisse Landstriche, dergleichen Aenderungen eingetreten sind, ist in der That unleugbar, aber sie sind immer

nur local und rühren von speciellen Aenderungen der Oberflächengestaltung her, von Ausrodung großer Wälder, Austrocknung von Sümpfen oder Seen und dergl. Für das Erdganze ist in historischer Zeit trotz aller Bemühungen noch keine allgemeine Aenderung der Mitteltemperatur oder des Klima's wissenschaftlich erkannt worden. Im Gegentheil aus der Verbreitung der Weincultur in Asien scheint hervorzugehen, daß die klimatischen Zustände Westasiens sich seit mehr als 2000 Jahren ganz gleich geblieben sind, ein Resultat, welches mit den Untersuchungen Fourrier's über die Möglichkeit einer Veränderung des Durchmessers und folglich der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde durch Abkühlung vollkommen übereinstimmt.

Dagegen haben wir gesehen, daß aus der Vertheilung der fossilen Organismen deutlich hervorgeht, daß in vorhistorischer Zeit allerdings sehr bedeutende klimatische Aenderungen nach und nach, in langen Perioden, deren Zeitdauer sich nicht näher bestimmen läßt, eingetreten sein müssen. Die zonenartige Vertheilung ungleicher Wärme läßt sich nicht bis in die ältesten Erdperioden zurück verfolgen, die Unterschiede der Mitteltemperatur am Aequator und an den Polen scheinen immer geringer zu werden, je weiter wir sie in der Erdgeschichte zurück verfolgen, und endlich ganz aufzuhören, oder vielmehr umgekehrt, es gab Anfangs bei ganz überwiegender Wirkung der Erdwärme keine entschieden ungleichen Wärmezonen und diese traten erst nach und nach immer deutlicher hervor. Ihre frühesten Spuren deuten aber auch schon auf eine etwas ungleiche Vertheilung der Wärme innerhalb der geographischen Parallelzonen hin, welche an die Krümmungen der gegenwärtigen Isothermen erinnert. Boué, der sich mit diesem Gegenstande viel beschäftigt hat, sagt darüber[40]): Isothermen scheinen wenigstens seit der Jurazeit existirt zu haben, folgende Umstände lassen darauf schließen: 1) Die erratischen Blöcke reichen in Nordamerika weiter gegen Süd, als in Europa, nämlich bis zu der Breite von Rom, was nach dem heutigen Klima Amerika's einer noch südlicheren, als der römischen Isotherme entsprechen würde. 2) Lyell und die amerikanischen Geologen haben die fossilen Arten der neuesten und der tertiären Bildungen Nordamerika's immer nur in südlicheren Breiten als in Europa wieder gefun-

den, entsprechend dem gegenwärtigen Verlauf der Isothermen in beiden Weltgegenden. So kommen die fossilen Arten New-Jersey's identisch oder analog in England, um Paris und in Norddeutschland wieder vor; die Arten der südwärts von den vereinigten Staaten gelegenen Länder dagegen nur im Umkreise des Mittelmeeres, nordwärts nicht über Paris hinaus. 3) Ferd. Römer hat gefunden, daß die Arten der Kreidegruppe in Texas und Missouri ihre identischen und analogen in Europa nur im Umkreise des Mittelmeeres, die aus der Kreide der nördlichen vereinigten Staaten erst in Frankreich und England wieder finden. Ferner hat Capitän Vickary ähnliche Analogien zwischen den Gesteinen, und insbesondere den fossilen Arten der Nummulitenformation, in Aegypten, in den Sind-Ländern und in Indostan gefunden, welche zwar nicht unter gleicher Breite liegen, zwischen welchen aber die Isothermen doch eine entsprechende Biegung machen, wie auch zwischen den lebenden Faunen und Floren beider Länder einige auffallende Analogien bestehen. Die nördliche Grenze der Nummulitengebilde bildet von Europa ostwärts bis zum Himalaja und bis nach China eine Curve, welche der der jetzigen Isothermen ungefähr entspricht. Wenn daher die Erde einst wärmer gewesen ist, als jetzt, so scheint ihre östliche Hemisphäre doch wenigstens bis zu Anfang der Kreideperiode zurück ähnliche klimatische Beziehungen zur westlichen gehabt zu haben, wie noch jetzt.

Fünfunddreißigster Brief.

Wetter.

„Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Processe der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der elektrischen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannichfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnert, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Kometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wären."

v. Humboldt S. 364.

„Es ist heute recht schönes Wetter!" — „Es ist ganz abscheuliches Wetter!" Aehnlich lauten sehr gewöhnlich die Eingänge europäischer Unterhaltungen. Man scheint vor Allem sich über den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre einigen zu müssen, der bei uns ein so überaus wechselnder, unsicherer und auf viele Dinge einflußreicher ist. Nicht überall auf der Erde sind solche Unterhaltungen als Eingänge zu wichtigeren anwendbar. Den Bewohnern der Marquesas-Inseln fehlt es gänzlich an Stoff zu Wetterbemerkungen, da sie Tag für Tag sich derselben heiteren Atmosphäre erfreuen. Niemand schaut dort des Morgens zum Fenster hinaus, um zu sehen was es für Wetter giebt, denn Jeder weiß das vorher. In anderen Gegenden der Erde ist der Lauf der Witterung wenigstens ein so regelmäßiger, daß er ebenfalls die Mannichfaltigkeit aller Bemerkungen darüber abschneidet. In den fruchtbaren Landstrichen östlich von den peruvianischen Anden, die uns Pöppig[18]) so überaus reizend schildert, weiß man genau, an welchem Tage die Regenzeit eintritt, zu welcher Stunde die täglichen Gewitter beginnen, welche Windrichtungen und wie sie auf einander folgen. Das ist freilich bei uns ganz anders, wir sind kaum einen Tag sicher vor irgend einer Wetterüberraschung, und in dem allge-

meinen Verlaufe herrscht nur eine sehr geringe Regelmäßigkeit. Als Haupturſache dieſer Unbeſtändigkeit und Unzuverläſſigkeit der nord- und mitteleuropäiſchen Witterungsverhältniſſe muß außer der geographiſchen Lage vor allen Dingen die große Mannichfaltigkeit der Oberflächengeſtaltung und das vielfache Ineinandergreifen von Land und Waſſer bezeichnet werden. Dieſe Mannichfaltigkeit mit allen ihren angenehmen und unangenehmen Folgen iſt jedenfalls die Urſache der hohen Entwickelung, des geiſtigen Uebergewichtes der Bevölkerung Europa's. Einförmigkeit der Umgebungen und müheloſes Dahinleben befördert nicht eine höhere Entwickelung. Im Kampfe mit den Elementen und Umſtänden entwickeln ſich und erſtarken die Organe.

v. Humboldt hat in den Worten, die ich über dieſen Brief ſchrieb, einen Theil der vielartigen Urſachen zuſammengefaßt, welche einestheils ſich unter einander gegenſeitig, dann aber gemeinſam die Witterungsverhältniſſe bedingen. Rechnen Sie dazu noch die Wärmeſtrahlung der Sonne zur Erde und der Erde in den Weltraum, die Luft- und Meeresſtrömungen, die Oberflächengeſtaltung und vielleicht auch die Einwirkung des Mondes, ſo haben Sie eine ungefähre Ueberſicht von den vielartigen Urſachen, welche das Wetter irgend einer Gegend zu irgend einer Zeit bedingen. Wo die Urſachen ſehr einfach gruppirt ſind, da hat bereits langjährige Erfahrung die Reihenfolge des Wetterwechſels gelöſt. Wo aber die Urſachen ſo mannichfach gruppirt ſind, wie in unſerm Vaterlande, da iſt die Aufgabe der Wettervorausbeſtimmung für den menſchlichen Scharfſinn bis jetzt noch zu groß geweſen, obwohl man ſie durchaus nicht für abſolut unlösbar erklären darf.

In Ermangelung wiſſenſchaftlicher Vorherbeſtimmung hat der Menſch zu allerlei Erfahrungsſätzen ſeine Zuflucht genommen und ihnen zum Theil gewiſſe myſtiſche Bedeutungen untergelegt, hinter denen zuweilen das Erfahrungsmäßige ganz verloren gegangen iſt. Einmal auf den Weg myſtiſcher Deutung angelangt, ſind dann, wie es ſcheint, zu den auf Erfahrung begründeten Wetterregeln auch noch ſolche hinzugekommen, die lediglich in überſpannter Phantaſie ihren Grund haben, wie die Prophezeihungen durch den 100jährigen Kalender.

Goethe hat einſt die Wetterregeln, welche im Munde des

Volks leben, eifrig sammeln lassen; leider ist er nicht dazu gekommen, sie zu veröffentlichen und zu deuten. Sie sind natürlich fast alle nur localer Bedeutung, aber der Umfang ihrer Geltung ist äußerst verschieden. Einige beschränken sich auf ein einziges Thal, oder auf die Umgebungen eines Berges, der sich bei eintretenden Veränderungen auf gewisse Weise in Wolken hüllt, andere umfassen ganze Gebirgszüge oder große Ebenen, einige endlich gelten für ganz Deutschland, wie die sogenannten Weintödter im Mai und Juni.

Diese Wetterregeln des Volks beziehen sich zum Theil auf atmosphärische Vorgänge, Windrichtung, Wolkenbildung, Abend- und Morgenroth, Hof des Mondes, Wasserziehen der Sonne u. s. w., zum Theil auf Beobachtungen an Pflanzen und Thieren: das Aufblühen der Carolina acaulis bei trockener Luft, die Länge der Haideblüthen, die man mit der Länge des Winters in Beziehung setzt, das Zurückziehen der Spinnen, den Flug der Mücken und in Folge davon der Schwalben, das Benehmen der Hühner und anderer Vögel u. s. w. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man aus gewissen beobachtbaren atmosphärischen Zuständen, so gut als aus dem niederen Stande des Barometers, auf die Witterung der nächsten Zukunft zu schließen vermag, und diese Schlüsse sind, wenn auch nicht untrüglich, doch unter allen die zuverlässigsten. Ebenso ist es gewiß, daß der Zustand der Atmosphäre auf alle Organismen einwirkt, wir empfinden es gar oft in unserer eigenen Gemüthsstimmung oder in dem Jucken längst vernarbter Wunden. Nur sind wir Menschen, deren Aufmerksamkeit stets von so Vielerlei in Anspruch genommen wird, nicht so feine Beobachter für kleine Unterschiede des Luftzustandes, als gewisse Pflanzen und Thiere, deren ganze Lebensthätigkeit davon abhängig ist, oder deren Organe besonders hygrometrische Eigenschaften besitzen, so daß sie ihnen wie die künstlichen Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer) den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre einigermaßen verrathen.

Weit unsicherer sind offenbar schon die Wetterregeln, welche sich auf Constellationen des Mondes beziehen, am unsichersten aber sind die, welche an bestimmte Tage des Jahres, des Monats oder der Woche geknüpft sind. Der Mond, welcher das Meer zur Fluth anschwellt und nervenschwache Menschen vom

nächtlichen Lager treibt und zum Nachtwandeln erregt, wird sicher auch einen Einfluß auf die Zustände unserer Atmosphäre äußern, bringt er doch nachweisbar eine Fluth und Ebbe in ihr hervor. Wenn man ihm aber nachsagt, daß der Eintritt seiner Lichtphasen bestimmte Wetterveränderungen bedinge, daß gerade mit dem Vollmonde oder Neumonde, mit dem ersten oder letzten Viertel anderes Wetter einzutreten pflege, so zeigt das ein gänzliches Verkennen des wahren Sachverhaltes, da alle diese Lichtphasen ganz allmälig und ohne alle bestimmte Abgrenzung in einander übergehen. Der Vollmond kann unmöglich plötzlich ganz anders wirken als der Mond 12 oder 24 Stunden vorher; es kann nur etwa eine gewisse Wirkungsweise mit dem Eintritt des Vollmondes ihr Maximum erreichen. Aber selbst dies ist nicht durch genaue Beobachtung nachgewiesen, vielmehr haben die sorgfältigsten wissenschaftlichen Wetterbeobachtungen bisher noch keinen constanten Einfluß des Mondes erkennen lassen, was bei der Geringfügigkeit der atmosphärischen Fluthhügel kaum anders zu erwarten war.

Was nun die besonderen Wettertage des Jahres, der Monate und der Wochen betrifft, so werden erstere sehr wahrscheinlich alle auf Erfahrungen beruhen; ja für die Kältetage im Februar, Mai und Juni hat man bereits eine Erklärung zu finden geglaubt in den Sternschnuppenschwärmen, die periodisch zwischen Erde und Sonne hindurch ziehen und die Wirkungen der letzteren in Etwas vermindern. Aehnlich scheint auch die ominöse Bedeutung des Siebenschläfers im Zusammenhange zu stehen mit dem Ueberwiegendwerden einer gewissen vom Passat bedingten Windrichtung bei uns, welche, einmal siegreich, dann längere Zeit herrschend bleibt. Was aber die besonderen Monats- und Wochentage betrifft, so sind die ersteren so ganz aus menschlichen Einrichtungen hervorgegangen, daß man unmöglich irgend einen Zusammenhang derselben mit periodischen Naturerscheinungen zugeben kann. Die siebentägige Woche, diese uralte Zeiteintheilung vieler Nationen, könnte noch eher möglicher Weise ihre Dauer irgend einer siebentägigen natürlichen Periodicität verdanken; so lange das aber nicht besser nachgewiesen ist, als durch die wohl eben so oft unerfüllte als erfüllte Behauptung, daß der Freitag der verhängnißvolle Wetterwechseltag

sei, so lange müssen wir diese Wetterregel mit vielen ähnlichen auf besondere Tage bezogenen für ein bloßes Vorurtheil halten.

Ich will Sie aber nicht länger mit diesen Betrachtungen über die höchst unzuverlässigen meteorologischen Regeln des Volkes aufhalten, sondern vielmehr versuchen, Ihnen ein übersichtliches Bild von den nächsten Ursachen der Wetterveränderungen zu geben. Es sind dies wesentlich Temperatur, Bewegungsart und Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre.

Wie so häufig beim Studium der Naturerscheinungen, so zeigt es sich auch hier, daß sehr einfache Ursachen hinreichen, um sehr mannichfache Erscheinungen hervorzubringen, und gerade das Erkennen der Einfachheit der Naturgesetze bildet den anziehendsten Theil der Naturforschung.

Die Grundursache aller bei uns so wechselnden Wetterzustände ist nämlich die Temperatur der Luft und der damit in Berührung stehenden Erdoberfläche. Hätten wir stets und überall, also Sommer und Winter, Tag und Nacht, am Aequator und an den Polen, an der Oberfläche der Erde und in den oberen Regionen der Atmosphäre — gleiche Temperatur, so würde es weder Wind noch Wolken, weder Nebel noch Thau, weder Reif noch Regen oder Schnee auf der Erde geben; der Himmel wäre dann stets heiter und ruhig, die Atmosphäre aber feucht. Ein Zustand, diesem sich nähernd, muß wirklich stattgefunden haben, wenn, wie es wahrscheinlich ist, die eigene Wärme der Erde einst ganz überwiegend war über die durch die Sonnenstrahlen auffallende. Solch ein Zustand könnte zur Zeit der Steinkohlenbildung auf der Erde stattgefunden haben.

Da nun der Temperaturwechsel der Atmosphäre und Erdoberfläche die Grundursache aller Wetterveränderungen ist, so lassen Sie uns zunächst noch einen Blick auf die Ursachen dieses Temperaturwechsels werfen, auf die ich Sie im vorigen Briefe schon vielfach aufmerksam gemacht habe.

Es giebt nur zwei Ursachen, welche die Temperatur der Erde als ein Ganzes verändern, eine abkühlende und eine erwärmende. Die abkühlende Ursache für die Erde ist die Wärmeausstrahlung in den Weltraum. Dieser ist nämlich, wie wir schon sahen, beträchtlich kälter als die Erdoberfläche, und sie giebt daher fortwährend Wärme an ihn ab, ebenso wie eine

heiße Kugel (eine Wärmflasche) in einem kalten Zimmer nach und nach immer kälter wird. Würde dieser Wärmeverlust der Erde nicht beständig wieder erstattet, so müßte ihre Oberfläche nach und nach immer mehr abkühlen und endlich so kalt als der Weltraum werden. Alles Wasser würde dann zu Eis erstarren, alles organische Leben aufhören.

Aber dieser Abkühlung entgegen wirkt die Sonne, deren Strahlen der Erde unausgesetzt Wärme zuführen. Das ist die Erwärmungsursache. Ob die Erdoberfläche im Ganzen kälter oder wärmer werde, hängt daher davon ab, ob sie mehr Wärme an den Weltraum abgiebt oder mehr von der Sonne empfängt. Es ist nun aber nachgewiesen, daß seit der Zeit, aus welcher astronomische Beobachtungen bekannt sind, sich die Temperatur der ganzen Erdoberfläche nicht geändert hat, daß also die Erde sich in dem Wärmezustande befindet, in welchem Verlust und Gewinn sich gerade aufheben. Ob das immer so gewesen ist, oder immer so bleiben wird, ist eine andere Frage. Es ist wahrscheinlich, oder vielmehr ziemlich gewiß, daß früher die Temperatur der Oberfläche höher war, ja man nimmt sogar, wie ich Ihnen im 23. Briefe geschrieben habe, mit vielem Grunde an, daß die ganze Erde sich einst in einem durch Wärme flüssigen Zustande befunden hat und nur sehr allmälig an ihrer Oberfläche abgekühlt ist, während ihr Inneres noch jetzt heißflüssig. Daß das Erdinnere weit wärmer ist als die Oberfläche, ist eine Thatsache. Man könnte darum zu glauben geneigt sein, dieser heiße Kern müsse auch auf die Temperatur der Oberfläche einen Einfluß haben; das ist jedoch seit Jahrtausenden, wie gesagt, nicht mehr der Fall. Höchstens in der unmittelbaren Nähe von Vulkanen findet noch ein solcher Einfluß statt; die ausgeflossenen Laven u. s. w. bringen eine geringe Temperaturerhöhung ihrer nächsten Umgebung hervor. Dieser Einfluß ist aber für die ganze Erde so gering, daß er sich jeder Beobachtung entzieht.

Ob sich die Wärme der Erde in Zukunft nie ändern werde, ist eine noch nicht zu beantwortende Frage. Wenn die Sonne stets dieselbe Wirkung, der Weltraum immer, d. h. hier überall, wo er auch von dem Sonnensysteme durchwandert werden wird, dieselbe Temperatur behält, so wird auch die Temperatur der Erde unverändert bleiben.

Der berühmte Mathematiker Poisson nahm aber allerdings an, der Weltraum habe in verschiedenen Regionen eine verschiedene Temperatur, und indem die Erde mit dem ganzen Sonnensysteme in andere Welträume gelange, werde auch der Wärmeverlust derselben ein anderer, und folglich ihre Temperatur eine andere. Ja er glaubte dadurch sogar manche geologische Erscheinungen erklären zu können.

Doch lassen wir diese Hypothesen, deren Werth oder Unwerth für die Dauer eines Menschenlebens ohne alle Folgen ist, einstweilen dahin gestellt sein, — so befindet sich also jedenfalls jetzt die Erde in einem Zustande, in welchem sie durch Aufstrahlung gerade so viel Wärme gewinnt, als sie durch Ausstrahlung verliert. Im Ganzen bleibt also die Wärmemenge ihrer Oberfläche sich gleich.

Gehen wir nun aber von der Betrachtung der Erde als Ganzes zu der der einzelnen Zeiten und Orte auf ihr über, so sehen wir leicht, wie die beiden genannten Grundursachen unter verschiedenen Umständen verschieden wirken werden, und bald die eine, bald die andere die Oberhand gewinnen muß. — Gegenden, die lange der Sonne entbehren, wie die Pole, verlieren viel Wärme und erkalten um so mehr, je heller der Himmel ist, denn Wolken umgeben die Erde wie ein Mantel und schützen die Erdoberfläche mehr oder weniger vor dem Wärmeausstrahlen und Abkühlen. Orte, die die Sonne bescheint, erwärmen sich um so mehr, je länger dieser Zustand dauert, und je höher die Sonne steigt, d. h. je mehr der senkrechten Richtung genähert ihre Strahlen auffallen. Darin beruhen also, wie ich Ihnen schon im vorigen Briefe gezeigt habe, die verschiedenen Temperaturen bei Tag und Nacht, im Sommer und Winter, unter dem Aequator und an den Polen. Sinkt die Sonne unter unsern Horizont, so erhalten wir keine Wärme mehr von ihr, wir gewinnen nichts und verlieren nur, was nothwendig eine Abkühlung nach sich zieht. Diese dauert bis zum nächsten Sonnenaufgange, und diese Zeit ist darum in der Regel, und wenn nicht andere wechselnde Umstände zuweilen eine Aenderung bewirken, die kälteste des Tages. Sobald nun die Sonnenstrahlen wieder wirken, erhöht sich die Temperatur, und da zu Mittag ihre Wirkung am größten wird, so nimmt auch

die Erwärmung zu, ja sie reicht noch über den Mittag hinaus, weil in den ersten Stunden darauf immer noch der Gewinn größer ist, als der Verlust und sich somit summirt. Allein je wärmer die Erdoberfläche ist, desto mehr Wärme verliert sie durch Ausstrahlung. Der Verlust wird daher immer größer, während nach Mittag der Gewinn immer kleiner wird. Zwischen 1 und 3 Uhr, in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden, werden beide gleich. Zu der Zeit haben wir deshalb die größte Wärme des Tages. Weiterhin übertrifft der Verlust den Gewinn, es beginnt wieder die Abkühlung und dauert bis Sonnenaufgang. Aehnlich geht es im Laufe des ganzen Jahres. Im Herbst ist die Erde warm, sie verliert also viel Wärme, und die Sonne vermag nicht allen Verlust zu ersetzen, sie wird darum immer kälter und kälter fast durch den ganzen Winter hindurch. Die größte Kälte fällt nicht in die kürzesten Tage, denn auch nachher, obgleich der Gewinn täglich etwas wächst, bleibt immer noch der Verlust größer als dieser und die Abkühlung schreitet vor, bis endlich gegen Ende Januar sich beide ausgleichen. Dann übersteigt der tägliche Wärmezuwachs den Wärmeverlust, die Erwärmung nimmt zu bis über die längsten Tage hinaus, bis Ende Juli oder Anfang August. Es versteht sich von selbst, daß ich hier nur von der Regel, von dem mittleren Verlaufe in unseren Regionen sprach; Wind, Regen und Wolken (selbst Folgen des Wärmewechsels) ändern in den einzelnen Tagen und Jahren diesen regelmäßigen Gang sehr mannichfach ab. Man erkennt ihn nur als Mittel aus sehr vielen lange dauernden Beobachtungen.

Ich muß nun noch eine Erwärmungs- und Erkaltungsursache der Luft erwähnen, die bei den atmosphärischen Erscheinungen eine große Rolle spielt: das ist das Verhalten der Luft beim Ausdehnen und beim Zusammendrücken derselben. Wenn irgend eine Luftmasse in einen größeren Raum ausgedehnt, ohne daß ihr gleichzeitig von außen Wärme mitgetheilt wird, so wird sie dadurch kälter, und wenn man sie in einen kleineren Raum zusammendrückt ohne ihr Wärme zu nehmen, so wird sie wärmer.

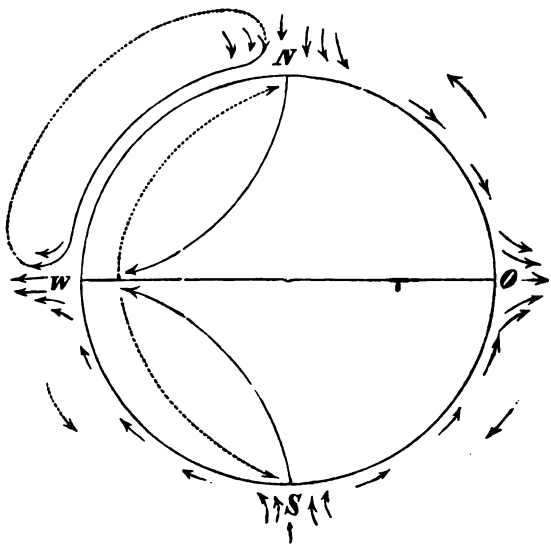
Da nun der Druck der Luft auf sich selbst in den höheren Regionen der Atmosphäre immer geringer wird, so muß auch

jede Luftmasse, welche aufsteigt, vermöge ihrer Elasticität sich ausdehnen und folglich abkühlen. Das ist die Ursache, warum die Temperatur der Atmosphäre gegen die Höhe hin abnimmt, warum es in Gebirgen kälter ist, als in Niederungen gleicher Lage. Die Sonne erwärmt die Luft unmittelbar nur sehr wenig, ihre Strahlen gehen fast ohne Wärmeverlust durch sie hindurch, erst an der festen oder tropfbar flüssigen Oberfläche angelangt werden sie wirksam, entbinden sie Wärme, und die Luft erwärmt sich erst auf Kosten dieser Oberfläche, durch Berührung mit derselben. Stets aber wechselt die untere erwärmte Luft mit der oberen, beim Aufsteigen dehnt sie sich aus und wird kälter, während die niedersinkende sich verdichtet und dadurch wärmer wird. Es würde darum die Wärmeabnahme gegen die höheren Regionen hin noch größer sein, wenn nicht gerade immer die erwärmte Luft aufstiege, die abgekühlte niedersänke, was nach beiden Richtungen eine Mäßigung der Temperatur bewirkt.

So also hängen die ungleichen Temperaturen der Atmosphäre, abgesehen von den verschiedenen Höhen, lediglich vom Stande der Sonne ab. Ich habe Ihnen aber schon im vorigen Briefe gezeigt, daß, trotz des einförmigen Wechsels des Sonnenstandes, durch die unsymmetrische Ungleichförmigkeit der Erdoberfläche eine sehr ungleichförmige Vertheilung der Wärme hervorgebracht wird, die sehr von der abweicht, welche bei ganz gleichförmiger und ebener Erdoberfläche stattfinden würde.

Ich gehe nun zu der zweiten Hauptursache der Wetterveränderungen über, zu den Winden, die selbst zu dem, was man Wetter nennt, gehören und deren eigene Ursache — Auf- und Absteigen der ungleich erwärmten Luft — ich bereits im Vorstehenden angedeutet habe. Alle Bewegungen der Luft, sowohl die in horizontaler Richtung wehenden eigentlichen Winde, als auch die auf- und absteigenden Luftströmungen, haben ihre Ursache in der örtlich oder zeitlich verschiedenen Temperatur der Luft. Hätte diese immer und überall dieselbe Wärme, so würde sie auch immer und überall ruhend sein, die kleinen localen Bewegungen abgerechnet, welche durch lebende Wesen, durch Vulkane und dergleichen hervorgebracht werden, oder durch die Ebbe und Fluth des Meeres. Die Atmosphäre würde sich unter diesen Voraussetzungen gerade so verhalten, wie die Luft in einem

eingeschlossenen Raume. Aber ebenso, wie diese letztere sogleich in Bewegung geräth, wenn man einen Theil kälter oder wärmer macht, als den anderen, ebenso kann auch die Atmosphäre nicht ruhig bleiben, da ihre Temperatur örtlich beständig wechselt. Der Vergleich mit einem geheizten Zimmer liegt uns am nächsten, verfolgen wir ihn. Um den Ofen herum wird hier die Luft stets erwärmt, an den Fensterwänden abgekühlt. Die wärmere Luft ist leichter und steigt deshalb am Ofen auf, die kältere sinkt nieder. In der Höhe an der Decke fließt die warme Luft nach den Fenstern hin ab, wo sie erkaltend niedersinkt und am Boden nach dem Ofen zurückkehrt. In jedem stark geheizten Zimmer können Sie sich von solchem Luftkreislaufe leicht überzeugen, wenn Sie die leicht bewegliche Flamme eines Lichtes oder den Faden eines Spinnegewebes in die verschiedenen Regionen halten. Aehnlich geht es in der Atmosphäre zu. Im Kleinen kann man es an den meisten Küsten täglich beobachten. Morgens tritt regelmäßig ein Seewind ein, der Abends einige Stunden nach Sonnenuntergang in Landwind umsetzt, weil nämlich bei Tage das Meer und die darüber befindliche Luft kälter sind, als das Land, in der Nacht aber der umgekehrte Fall eintritt. Von diesem Vorgange im Kleinen lassen Sie uns sogleich zu dem größten der Art übergehen, hervorgebracht durch den Unterschied der Temperatur zwischen den Wendekreisen und an den Polen. Da jene erstere Zone viel stärker erwärmt wird, als die Polargegenden, so kann die Luft nicht in Ruhe bleiben, sie muß zwischen den Wendekreisen emporsteigen, in beträchtlicher Höhe nach den Polen überfließen und in den kalten Zonen sich herabsenken, zugleich aber aus den kalten Zonen in der Tiefe gegen den Aequator hinströmen, ungefähr wie es der nachstehende Holzschnitt versinnlicht.



(Die punktirten Linien bezeichnen die oberen Strömungen.)

Drehte sich die Erde nicht um eine schräg auf ihrer Bahn stehende Axe, bewegte sich vielmehr, wie man vor Copernicus glaubte, die Sonne täglich um sie, und wäre ihre Oberfläche nicht uneben, so würde dadurch, wie Sie leicht einsehen werden, nördlich vom Aequator ein beständiger Nordwind, südlich davon ein beständiger Südwind entstehen. Die schnelle Umdrehung der Erde um ihre Axe ändert aber die Richtung dieses Polarwindes und macht, daß sie eine immer östlichere wird, je mehr der Luftstrom sich dem Aequator nähert. Das geschieht aber dadurch, daß alle Lufttheilchen aus Gegenden der Erdoberfläche kommen, in welchen die Umschwungsgeschwindigkeit geringer ist, und in solche gelangen, in welchen sie größer ist (an den Polen ist sie gleich 0, am Aequator am größten, gleich 225 Meilen in der Stunde). Die Theilchen beharren nun nach den allgemeinen Bewegungsgesetzen noch einige Zeit in geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit, als die der Erdzone ist, in welche sie gelangen, und nehmen die größere nur allmälig an, sie können aber, da sie immer wieder in Gegenden größerer Drehungsschnelligkeit vorrücken, die Umdrehungsgeschwindigkeit der festen Oberfläche

nie ganz erreichen, sie bleiben dahinter zurück und scheinen uns, den stets mit der Erdoberfläche schnell gegen Ost bewegten Bewohnern derselben, statt aus Nord oder Süd, aus Nordost oder Südost zu kommen, während sie in Wirklichkeit nur etwas ruhiger verharren, als wir, die wir, durch die Luft hindurch bewegt, sie Ostwind nennen. Es ist das ähnlich, als wenn wir auf offenem Dampfwagen mit dem Winde, aber schneller als dieser, fahren, der Wind scheint uns dann entgegen zu kommen, obwohl er mit uns geht. So entstehen die zwischen den Wendekreisen auf beiden großen Meeren jahraus jahrein wehenden Passatwinde, die zwischen sich eine Region verhältnißmäßiger Windstille (am Aequator) einschließen, weil hier die Luft endlich die schnellste Umdrehungsbewegung so ziemlich angenommen hat und nun nur noch erwärmt aufsteigt. Aber die Passatwinde ziehen sich begreiflicher Weise mit dem Stande der Sonne, mit welchem die Region der größten Wärme hin und her schwankt, während unseres Sommers mehr nördlich, während unseres Winters mehr südlich.

Diese regelmäßigen Passatwinde werden aber nur zwischen den Wendekreisen und in der Nähe derselben bemerkt, weiter nach den Polen zu sind sie nicht deutlich zu beobachten, weil dort die in der Höhe nach den Polen zurückkehrende Luft, sich erkaltet senkend, schon mit der von ihnen kommenden sich mengt, woraus die so überaus veränderlichen Winde entstehen, wie wir sie in unseren Gegenden kennen, und die die unmittelbare und nächste Ursache des eben so veränderlichen Wetters in unseren Breiten sind.

In Sachsen kann man z. B. im Jahre durchschnittlich nur auf 60 helle Tage rechnen, während 130 trüb sind und 175 Regen bringen.

In der Nähe des Aequators steigt die Luft, wie gesagt, jederzeit in die Höhe (bildet einen aufsteigenden Luftstrom), dort muß sie daher unausgesetzt in der Tiefe durch andere von den Polen her ersetzt werden, und darum muß dort immer einerlei Wind herrschen, wo nicht Gebirge, wie auf dem Festlande von Asien, Aenderungen bedingen. Wo aber immer derselbe Wind weht, da hat man auch einen ganz regelmäßigen Witterungsverlauf zu erwarten. In den Aequatorialgegenden kann man

darum mit Bestimmtheit das Wetter vorausverkünden, wenn auch nicht gerade die jedesmalige Energie desselben. Lange Trockenheit beim niedrigsten und lange Regenzeit beim höchsten Sonnenstande wechseln dort regelmäßig mit einander ab. Ganz anders bei uns. Bald herrscht da der Polarstrom, bald der Aequatorialstrom vor. Jener ist ursprünglich ein Nordwind, er dreht sich aber, wie gesagt, je länger er weht, immer mehr östlich, weil nach einander Lufttheile aus Gegenden von immer geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit zu uns gelangen. Dieser, der Aequatorialstrom, ursprünglich ein hochgehender Südwind, wird immer mehr zum Westwinde, weil nach und nach Theile aus Gegenden immer größerer Rotationsgeschwindigkeit zu uns gelangen. Durch das Vorherrschen des einen oder des anderen dieser Winde entsteht die große Unregelmäßigkeit unseres Wind- und Wetterverlaufes, in der als einzige Regel bis jetzt nur das sogenannte Drehungsgesetz von dem berühmten Meteorologen Dove aufgefunden worden ist. Diese regelmäßige Drehung der Winde besteht darin, daß sie alle Richtungen von Nord über Ost, Süd und West nach Nord durchlaufen. Denken wir uns, daß eine Nordströmung den Anfang macht, so geht diese während ihres Verlaufes immer mehr in Ostwind über. Als Ostwind vermag sie aber nun nicht mehr der oberen Südströmung zu widerstehen, diese dringt immer mehr nieder und wandelt den Ostwind in Südost-, sowie endlich in Südwind um. Der Südwind wird nun durch die Rotationsunterschiede nach und nach wieder zum Westwinde, und dieser wird allmälig durch den Nordstrom überwunden. Aber die Dauer dieser fast regelmäßig auf einander folgenden Winde ist keine gleichmäßige. Bei uns dauert z. B. der Westwind gewöhnlich am längsten. In der südlichen Hemisphäre ist die Reihenfolge (Drehung) der Winde umgekehrt.

War nun die verschiedene Wärme die erste Ursache der Luftbewegungen, so haben die Winde ihrerseits auch wieder einen Einfluß auf die Temperatur. Ein anhaltender Nordwind bringt bei uns, weil aus kalten Gegenden kommend, unfehlbar Kälte mit sich, und umgekehrt ein Südwind Wärme. Wenn es aber z. B. in Rußland durch Nordwinde kälter wird, als bei uns, so sinkt die Luft dort, während sie hier steigt und gegen Ost

überfließt. Sie bildet dann in der Höhe eine Strömung nach Osten, also oberen Westwind, und wir am Boden erhalten Ostwind. So wird die Wirkung zur Ursache, und dadurch wird dann auch das Dove'sche Drehungsgesetz zuweilen gestört, so daß man nicht ganz sicher nach Nordwind auf Ostwind, nach Ostwind auf Südwind u. s. w. rechnen kann.

Könnte man mit einem Blicke den Zustand der Luft in allen Theilen, wenigstens unserer Erdhälfte, übersehen, und zwar nicht blos den an der festen Oberfläche, sondern auch den in den oberen Regionen der Atmosphäre, so müßte es dem combinirenden Verstande eines guten Physikers wohl gelingen, die zunächst bevorstehenden Veränderungen des Windes und folglich auch des Wetters zu bestimmen. Sie sehen wohl, das wäre in gewissem Grade durch Verbindung sehr vieler meteorologischer Stationen durch elektrische Telegraphen möglich, und wird in der That jetzt in Frankreich angebahnt, wo sehr oft in den Sitzungen der Pariser Akademie eine Uebersicht des gleichzeitigen Witterungszustandes der ganzen Monarchie an demselben Vormittage vorgelegt wird.

Als dritte Grundbedingung des Wetters bezeichnete ich oben den Feuchtigkeitszustand der Luft, und damit in unmittelbarem Zusammenhange stehen die sogenannten wäßrigen Meteore: Thau, Reif, Wolken, Nebel, Regen, Schnee u. s. w.

Wasserdampf nennt man in der Wissenschaft den gasförmigen, in der Luft unsichtbaren Zustand des Wassers, im Gegensatz zu dem dunstförmigen sichtbaren. Selbst in der reinsten und durchsichtigsten Luft ist beständig Wasser als Dampf enthalten, bald mehr, bald weniger, d. h. die Luft ist bald feuchter, bald trockener. Für jede Temperatur giebt es aber ein gewisses Quantum, welches nicht überschritten werden kann, dies beträgt z. B. für 0 Grad $^1/_{170}$ des Luftvolumens, für 40 Grad Wärme $^1/_{14}$ des Luftvolumens. Ist dieses Maximum des Feuchtigkeitszustandes erreicht, so sagt man, die Luft ist mit Feuchtigkeit gesättigt (ungefähr wie ein Schwamm, der kein Wasser mehr aufzunehmen vermag). Dieses Maximum ist um so größer, je wärmer die Luft ist. Wird daher eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft abgekühlt, so kann der Wasserdampf als solcher nicht mehr bestehen, er wird dann als Wasser niedergeschlagen. Geschieht

das in der Nähe oder durch die Nähe eines festen Körpers, so beschlägt dieser mit einer Wasserhaut, er bethaut, so die Fensterscheiben im Winter, so die Erdoberfläche in kalten Nächten; sinkt dabei die Temperatur unter 0, so wird aus dem Thau Reif, aus dem Hauch am Fenster eine Eisblume. Geschieht es in der Mitte der Luft selbst, so bilden sich kleine Wasserbläschen oder Eiskrystalle, aus welchen z. B. was man Dunst, Rauch (Wasserdampf), Wolken und Nebel nennt, bestehen. Die Wolkenbildung ist das hervorstechende Resultat der Abkühlung feuchter Atmosphäre in mittleren Regionen; senken sich die Wolken bis zu unserem Standpunkte herab, so pflegen wir sie Nebel zu nennen. Wird die Bläschenbildung in den Wolken zu dicht gedrängt, so schmelzen dieselben zu Regen zusammen oder krystallisiren zu Schnee. Solche Abkühlungen mitten in der Luft erfolgen gewöhnlich durch andere, eindringende Luft von niedrigerer Temperatur, also durch einen kalten Luftstrom oder Wind, der in warme Gegenden, oder durch einen warmen feuchten Wind, der in kalte Regionen der Atmosphäre gelangt. Sie erfolgen aber auch durch die Abkühlung, die von hohen und besonders von schneebedeckten Bergen ausgeht; daher die Nebelkappen, mit welchen sich solche Berge so oft umziehen.

Sie fragen hier vielleicht, wie kann bei einer solchen Mengung ungleich warmer Luftmengen ein wäßriger Niederschlag erfolgen, da zwar der eine Theil der Luft dadurch abgekühlt, der andere aber um eben so viel erwärmt wird, so daß man glauben sollte, beide zusammen müßten noch eben so viel Feuchtigkeit beherbergen können, als vorher. Es ist aber eine Thatsache, daß jedesmal, wenn zwei mit Feuchtigkeit gesättigte Luftmassen von verschiedener Temperatur mit einander gemengt werden, das Gemenge nicht mehr allen Wasserdampf als solchen enthalten kann, der vorher darin enthalten war, weshalb denn ein Theil desselben nothwendig zu Wasser werden muß.

Zur Wolkenbildung ist es daher nöthig, daß hinlänglich feuchte Luftmassen von verschiedener Temperatur sich mit einander mengen. Daß diese Bedingungen beide erfüllt sein müssen, können Sie leicht an Ihrem Athem erkennen. Der ist stets feucht, ist aber die äußere Sie umgebende Luft entweder auch warm, oder zwar kalt, aber sehr trocken, so sehen Sie

denselben nicht als Dunst ausströmen, sondern seine Feuchtigkeit bleibt als dampfförmiges Wasser unsichtbar. Ebenso, wenn eine warme Flüssigkeit raucht, die umgebende Luft aber sehr trocken ist, so geht der Rauch sehr bald in unsichtbaren Dampf über. Auf diese Weise entstehen also Wolken, wenn in eine feuchte und warme Atmosphäre ein kalter, oder wenn in kalte Luft ein warmer und feuchter Wind eindringt. Ersteres ist der gewöhnlichere Fall.

Haben wir z. B. mit Süd- oder Südwestwind warme Tage erhalten, die Luft ist feucht und es tritt nun ein kalter Nordwestwind ein, so giebt es sicher Regen. Seltener ist das Umgekehrte der Fall, daß nämlich bei durch Nord- und Ostwind kalten Tagen ein warmer Südwind so viel Wasserdampf mitbringt, daß durch seine Abkühlung Wolken entstehen. Oft bestehen zweierlei Winde übereinander, und wo sie sich mengen, da bilden sich Wolken. Man sieht ihr Entstehen aus heller Luft, andere Male lösen sich schon gebildete vor unseren Augen wieder auf in unsichtbaren Wasserdampf, weil eine warme und trockene Luftströmung hinzutritt.

Die Ostwinde sind bei uns meist die trockensten, weil sie einen langen Weg über Festland zurückzulegen haben; die Nordwestwinde aus der entgegengesetzten Ursache die feuchtesten und regenbringendsten.

Es erklärt sich leicht, warum im Frühjahr bei uns mehr Regen herrscht, als im Herbst. Im April steht die Sonne schon höher, als im September, sie wirkt stärker, aber Erde und Atmosphäre sind noch kälter; diese Contraste bei großer Luftfeuchtigkeit müssen natürlich einen häufigen Wechsel des Wetters und viel Regen veranlassen. Im Herbst sind dagegen diese Contraste ausgeglichen, Alles ist beinahe gleichförmig erwärmt, darum das beständigere heitere Wetter.

Eine sehr gewöhnliche Art der Wolkenbildung ist es ferner, namentlich in der warmen Jahreszeit, daß von der durch die Sonne erhitzten und feuchten Erde warme und feuchte Luft aufsteigt, bei ihrer Erhebung sich abkühlt, und in gewisser Höhe ihren Wasserdampf zum Theil als Wolken absetzt. In manchen Waldgegenden pflegt man von dieser nach Sommerregen häufig eintretenden Erscheinung zu sagen: „das Buschweibchen kocht."

Dieses Phänomen ist besonders in Gebirgsgegenden oft recht deutlich zu beobachten, wo die warme Luft aus den benachbarten Ebenen an den Gebirgen aufsteigt und in gewisser Höhe eine Wolkenbildung einleitet, die dann zuweilen bei überwiegender Sonnenwärme wieder verschwindet. Gewiß haben Sie es auch zuweilen schon beobachtet, daß ein warmer feuchter Luftstrom, eine hohe kalte Bergspitze berührend, an dieser eine lange Zeit hindurch fortwährend Wolken bildet, die von dem Berge losgerissen sich sehr bald wieder auflösen.

Sind die Ursachen zur Wolken- und Regenbildung weit verbreitet, so ist es auch ihre Wirkung, und wir behalten dann lange Zeit trübes, regnerisches Wetter — sogenannten Landregen. Das ist z. B. der Fall, wenn sehr ausgedehnte Luftströmungen in verschiedenen Richtungen über einander hingehen. Dann sind aber die Gegensätze niemals sehr stark, und der Regen ist daher nie sehr heftig. Heftiger ist er, wenn große Gegensätze sich auf einem kleinen Raume concentriren, wie bei Gewittern.

Am größten sind diese Gegensätze zuweilen in den heißen Klimaten, weshalb denn auch unsere Regen mit den tropischen sich oft gar nicht vergleichen lassen. Aus fünfjährigen Beobachtungen hat man z. B. gefunden, daß aller Regen und Schnee, welcher in Dresden niederfällt, wenn er nicht abflösse und verdunstete, jährlich im Durchschnitt eine 20½ Pariser Zoll hohe Wasserschicht bilden würde, zu Freiberg im Erzgebirge eine 23½ Zoll dicke Schicht, während in Port Jackson einst in 24 Stunden eine 23 Zoll dicke Wasserschicht als Regen niedergefallen ist, und am 16. Juli 1841 in 2½ Stunden 3 Zoll Regen fiel. Noch weit größer sind die Regenmengen, welche bei Tscharra Pundschi in den Khassyabergen nördlich von Calcutta niederfallen, sie betragen nach Oldham[42]) durchschnittlich im Jahre 610 Zoll, also fast 30 mal so viel, als in Dresden, in den 6 Regenmonaten allein 550 Zoll, und an einem Tage beobachtete man einmal 25½ Zoll, also ungefähr eben so viel, als die Jahressumme für Freiberg beträgt. Diese staunenswerthe Angabe Oldham's ist übrigens durch Oberst Sykes bestätigt worden, nach welchem die Regenmenge des Jahres 1851 zu Cerraponje in der Präsidentschaft Bengalen 4500 engl. Fuß über em Meere 610,35 engl. Zoll betrug.

Wenn in den warmen Tagen des Frühjahrs oder Sommers die warme und feuchte Luft sich schnell erhebt, an irgend einer Stelle aber kalte Luft in sie eindringt, so beginnt sie auch schnell wieder herabzusinken, die höhere Luft fällt nach und mischt sich mit der unteren warmen. Nun erfolgen Niederschläge, und zwar um so häufigere, je mehr Feuchtigkeit die warme Luft enthält, es entsteht ein Platzregen oder Gewitterregen, dessen elektrische Phänomene ich hier zunächst unberücksichtigt lasse. Man sagt, im Frühjahr bringen die Gewitter Kälte. Die Thatsache ist richtig, aber der Ausdruck ist falsch. Nicht die Gewitter bringen die Kälte. Durch starken Sonnenschein haben wir heiße Tage; ein kalter Nordwest kommt in höheren Regionen herbei, es bilden sich Wolken und sie entladen sich, wenn der Vorgang energisch genug ist, in Gewittern. Bleibt an der Erdoberfläche noch warmer Wind, so steigt die Temperatur wieder, und die Ursache zur Gewitterbildung dauert fort, die Gewitter wiederholen sich. Dringt aber früher oder später der kalte Nordwest zu uns herab, so bringt er uns Kälte, nun folgt diese allerdings auf die Gewitter, obwohl sie eigentlich nicht die Wirkung, sondern die Ursache derselben war.

Gewitter sind, wie Sie wissen, elektrische Erscheinungen, Entladungen der Wolkenelektricität. Die positive Elektricität der Luft und der in ihr schwimmenden Wolken entspringt wahrscheinlich vorzugsweise aus der Verdunstung des Wassers der Erdoberfläche. Ueberall, wo nicht ganz reines, sondern kleine Quantitäten Salze enthaltendes Wasser verdunstet, steigt positive Elektricität mit den Dämpfen in die Luft, während negative auf der Verdampfungsfläche frei wird. Ganz unbedeutend sind hiergegen jedenfalls die anderen Ursachen des Freiwerdens positiver Elektricität, wie der Verbrennungsproceß, der Keimungsproceß der Pflanzen u. s. w. Die freigewordene positive Elektricität sammelt und häuft sich in den Gewitterwolken, bis ihre Entladung durch Blitze erfolgt. Diese bewirken durch schnelle Veränderung des Luftdruckes den Donner, aus dessen Dauer wir die ungefähre Blitzlänge und aus dessen Zeitabstande von der Lichterscheinung wir die ungefähre Entfernung des Ausgangspunktes berechnen können, weil der Schall ziemlich eine Secunde braucht, um einen Weg von 1000 Fuß Länge zu durchlaufen.

Ich will mich aber bei diesen Erscheinungen, die, weil so auffallend, in jeder Schule besprochen werden, nicht länger aufhalten, nur auf einen besonderen Umstand möchte ich Sie noch aufmerksam machen, darauf nämlich, daß man in älteren Gesteinsschichten noch nie die deutliche Spur eines Blitzes gefunden hat, während in dem aufgeschwemmten Sandlande gar häufig sogenannte, aus zusammengeschmolzenen Sandkörnern bestehende Blitzröhren ausgegraben worden sind. Sollten in früheren geologischen Perioden keine heftigen Entladungen der Luftelektricität stattgefunden haben?

Das malerische Phänomen der Wolkengestaltung, was namentlich in den Abendstunden unserem Himmel oft einen zauberischen Reiz verleiht, ist seinen besonderen Ursachen nach noch wenig erkannt. Wohl hat man, Howard folgend, die Wolkenformen eingetheilt in Cirrus (Federwolken), Cumulus (Haufenwolken) und Stratus (Schichtwolken), sowie in die Uebergangsformen: Cirrocumulus, Cirrostratus, Cumulostratus und Nimbus. Aber die Ursachen dieser Formen und ihrer Gruppirungen sind nicht näher bekannt, wenn man auch weiß, daß Elektricität und Wind dabei wichtige Rollen spielen. Wenn Sie in eine Wolke eindringen, möge sie nun eine äußere Gestalt haben, welche sie wolle, so wird Ihnen dieselbe allemal als formloser Nebel erscheinen, mit der einzigen Ausnahme, daß einige Wolken statt aus Dunstbläschen aus feinen Eiskrystallen (aus Schnee) bestehen.

Wie werden die Wolken in der Luft getragen, da sie so große Massen Wasser enthalten, was viel schwerer ist, als Luft und selbst als Eis? Man hat diese Frage durch sehr künstliche Hypothesen zu beantworten gesucht, während ihre Lösung einfach darin liegt, daß die einzelnen Bläschen im Verhältniß zu ihrer aus Wasser bestehenden dünnen Haut ein sehr großes Luftvolumen enthalten. Sie sind deshalb nur sehr wenig schwerer, als die sie umgebende Luft. Der geringste Windhauch reicht hin, sie aufwärts, abwärts oder seitlich zu bewegen, und sinken sie bei sehr ruhiger Luft wirklich in die Tiefe, so gelangen sie in wärmere Regionen, lösen sich hier in Dampf auf, steigen als solcher wieder auf und werden abermals zu Wolken.

Die Höhen, in welchen die Wolken sich bewegen, sind sehr

ungleiche, oft sieht man mehrere Schichten über einander, sogar in ungleichen Richtungen schwimmend. Manche erreichen als Nebel den Meeresspiegel, andere ziehen über die höchsten Gebirgsgipfel hinweg. Man hat versucht, den senkrechten Abstand der höchsten Wolken zu messen. Die Gebrüder Schlagintweit[43]) fanden in den Alpen die mittlere Höhe der großen Wolkenmassen 7000 bis 8000 Fuß über dem Meere, die höchsten Cirri oder Schäfchen erreichen nach ihnen mehr als 24000 Fuß Seehöhe. Bravais[44]) dagegen fand am 21. Juni 1842 zu Lyon die Höhe ruhig stehender Cirri etwa 10000 Meter (also 30000 Fuß) und die Schnelligkeit der darunter hinweg ziehenden Cumuli gleich 34 Meter (102 Fuß) in der Secunde. Ein sehr heftiger Sturm mußte also in dieser Region wehen, während die höhere Luftschicht ganz ruhig war.

Das am wenigsten Erklärte bei dem ganzen Wolkenphänomen ist die Gestaltung der einzelnen Dunstbläschen, die in ihrer Form an die Zellen, diese Grundformen der organischen Körper, erinnern.

Sechsunddreißigster Brief.

Das organische Leben auf der Erde.

„Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen fremd, wenn das Wort Geschichte hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenwelt bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahneten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unseres Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen." v. Humboldt S. 367.

Von unserem Planeten kennen wir eigentlich nur die Region durch unmittelbare Beobachtung, in welcher sich das o-

ganische Leben entwickelt hat. Es ist das die Grenzregion der drei Aggregatzustände *fest*, *flüssig* und *gasförmig*, welche Aggregatzustände sich auch in allen Organismen mit einander verbunden finden. Was weit darüber und unter dieser Region liegt, ist nur den Schlüssen unseres combinirenden Verstandes zugänglich. Doch ist es gerade der Mensch, als vollkommenster Organismus, welcher die Grenzen seiner Wanderungen am weitesten ausgedehnt hat, welcher am weitesten gegen die Pole, am höchsten in die Atmosphäre und am tiefsten in das Erdinnere eingedrungen ist.

Die Frage: was ist organisches Leben? ist noch nie genügend beantwortet worden, obwohl wir Alle recht gut wissen, was wir darunter verstehen. Ein ganz allgemeiner Charakter der Organismen ist es, daß sie *aus verschiedenartigen zusammengehörigen, von einander abhängigen Theilen bestehen, welche beständigen Veränderungen unterworfen sind*, und zwar Veränderungen, deren Ursachen großentheils noch nicht erkannt, für unsere Auffassung noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gebracht sind. Dieser letztere Umstand unterscheidet die Organismen von dem Gesammtkörper der Erde, den allerdings manche Naturphilosophen einen Organismus nennen. Auch im Erdkörper sind vielartige Theile zu einem Ganzen verbunden, und die einzelnen Theile sind beständigen Veränderungen unterworfen. Aber wir kennen die Ursachen dieser Aenderungen. Gravitation, Wärme, chemische Verwandtschaft u. s. w. verursachen den Kreislauf des Wassers und der Luft, die Auflösungen und Niederschläge u. s. w. Es ist deshalb sehr verkehrt, diese ihren nächsten Ursachen nach erkannten Erscheinungen durch noch unerkannte in den organischen Körpern erklären zu wollen. Im Gegentheil, wir müssen bemüht sein, die Erscheinungen des organischen Lebens möglichst auf die bereits erkannten Gesetze der unorganischen Körper zurück zu führen, oder die für dasselbe *besonderen* aufzufinden.

Noch weit schwieriger, als die scharfe Scheidung zwischen Unorganischem und Organischem, ist aber jedenfalls die scharfe Abtheilung einzelner Gruppen organischer Wesen. Schon allein die scharfe Sonderung zwischen Pflanzen und Thieren hat den Naturforschern viele vergebliche Mühe gemacht. In der That

sind auch diese Abtheilungen nur begriffliche, in gewissem Grade willkürliche. Es ist leicht, einen Baum als Pflanze zu erkennen, einen Löwen als Thier. Aber auf den niedersten Stufen der Organisation besteht zwischen diesen beiden sogenannten Reichen, dem Thier- und Pflanzenreiche, kaum eine größere Kluft, als zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenarten.

Gar vielerlei Unterscheidungen hat man schon versucht, theils hergeleitet aus der chemischen Zusammensetzung, theils aus dem allgemeinen Baue, der inneren Organisation oder der Lebensweise. Aber keiner dieser Unterschiede für sich allein reicht aus.

Ich will Ihnen einige dieser Unterscheidungsmerkmale vorführen: In den Pflanzen finden wir nur Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff als ganz vorherrschende Bestandtheile, in den Thieren gesellt sich dazu auch der Stickstoff als sehr wesentlich. — Die Pflanzen sind ohne sogenannte willkürliche Bewegung und ohne Empfindung an den Boden geheftet, die Thiere empfinden und bewegen sich meist frei, aber nicht alle, viele sitzen fest und wenden sich nur ihrer Nahrung entgegen, was in gewissem Grade auch die Pflanzen thun. — Die Pflanzen nehmen ihre Nahrung beinah mit ihrer ganzen Oberfläche auf, die Thiere meist nur durch eine einzige Oeffnung; das gilt jedoch wieder nicht für alle Thiere und nicht für alle Nahrungsmittel. Luft und Wasser saugen auch die Poren der Haut ein. — Die Pflanzen nehmen aber nur solche Stoffe als Nahrung auf, welche sie wirklich zur Umwandlung in Pflanzenmasse verwenden, sie verdauen gewissermaßen äußerlich, während die Thiere durch den inneren Verdauungsproceß einen Theil der aufgenommenen Nahrung wieder ausscheiden. — Die Zeugungstheile der Pflanzen sind, wenn überhaupt vorhanden, weit vergänglicher, als die der Thiere, die nicht nach jedem Gebrauche abwelken.

Sie sehen wohl, es giebt Unterschiede genug, aber sie sind alle nicht ganz scharf und nicht für jeden Fall anwendbar. Lassen Sie mich darum versuchen, Ihnen noch einige in dem Gesetze der Individualisirung beruhende deutlich zu machen, die indessen ebenfalls unzuverlässig sind.

Organische Geschöpfe entstehen durch Individualisirung der Stofftheile, und zwar vorzugsweise solcher Stoffe, welche sich für gewöhnlich im flüssigen oder gasförmigen Zustande befinden.

Eine Annäherung dazu findet schon im Mineral- oder Irdreiche statt. Der ganze Planet ist ein großes Individuum, nur kein lebendes, jeder Wassertropfen, jeder Krystall ist ein kleines vom großen abhängiges. Unabhängiger sind die Pflanzen, und noch mehr die Thiere. Wo sich ein besonderer Mittelpunkt der Schwere im Innern einer gleichartigen oder entsprechenden Masse bildet, da beginnt ein Individuum zu entstehen; die niederste Stufe der Individualisirung bewirkt eine Kugel; man findet sie im Tropfen (dem Bläschen, der Zelle). Die Theile des Tropfens ziehen sich stärker an, als sie von der Erde angezogen werden; sie überwinden in gewissem Grade die Schwere. Aber die Erdanziehung modelt noch ihre Gestalt; daher wird jeder Tropfen abgeplattet, wenn er aufruht, und zuweilen in die Länge gezogen, wenn er anhängt.

An die Kugelbildung schließt sich die Krystallbildung unmittelbar an; es herrscht hier nur ein Punkt der Anziehung vor, die idealen Krystallaxen durchschneiden sich alle in einem Punkte, und alle einzelnen Theile ordnen sich symmetrisch um diesen Punkt; wenn sie auch nach gewissen Richtungen, den Axenrichtungen der Krystalle, weiter hervortreten, als dazwischen, so ist doch der Werth dieser Richtungen in Beziehung zum Planeten gleich, obwohl der gegenseitige Werth der Axen krystallographisch verschieden ist.

Wo die Anordnung der Theile von einem Punkte aus geschieht, da kann auch keine normale Stellung der Individuen stattfinden. Beim Krystall ist es daher gleichgültig, welche Seite nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet, und welche nach dem Weltraume gekehrt ist. Krystalle stehen in Drusen, Gängen und Gebirgsarten nach allen Richtungen; die normale Stellung, welche ihnen der Krystallograph verleiht, ist eine willkürliche, obwohl sie zuweilen von der Natur gegeben zu sein scheint, da z. B. die einaxigen Krystalle besonders häufig mit der Hauptaxe normal gegen die Gesteinsoberfläche gestellt sind.

Mineralspecies können zu gleicher Zeit in mehreren regelmäßigen äußeren Gestalten auftreten; dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von allen organischen Geschöpfen. Die Verwandlungen in der Zeit, welche bei den organischen Individuen stattfinden, sind bei ihnen gleichsam im Raume an der Gesammt-

zahl gegeben; ihre regelmäßige Spaltbarkeit vertritt als starre Textur den inneren lebenden Organismus, sie bleibt sich innerhalb jeder Art vollkommen gleich.

Die zweite Stufe der Individualisirung ist die um eine Linie herum, die vorherrschend gegen den Mittelpunkt der Erde gestellt ist. Diese Individualisirung ist den Pflanzen eigen; ihre Theile haben sich so frei und unabhängig von der Anziehung der Erde gemacht, daß sie sich, der Richtung der Schwere entgegen, dem Lichte zu erheben; sie sind aber noch fest am Boden und stehen durch die Wurzeln in unmittelbarer Verbindung damit, so daß sie eine Circulation zwischen Erde und Luft, oder in einzelnen Fällen zwischen Erde, Wasser und Luft herstellen. Für schwimmende Pflanzen vertritt das Wasser den Boden. Aus der linearen Entwickelung und dem ungleichartigen Wachsen nach oben und unten, läßt sich für alle Pflanzen als ideale Gestalt, in welcher alle die einzelnen Beziehungen enthalten sind, die Eiform entwickeln. Das dicke Ende sitzt im Boden, die Spitze ist gegen den Himmel gekehrt; die dickste Stelle entspricht dem Knoten, von welchem aus Wurzeln und Stengel sich trennen.

Die Theile der Pflanzen sind symmetrisch um eine Linie geordnet, d. h. sie breiten sich um diese Linie herum nach allen Seiten auf gleiche Weise aus, ohne daß eine Seite einen Vorrang vor der anderen hätte; jede durch diese Linie gelegte Ebene theilt die Pflanze in zwei gleichbedeutende Hälften (dies zur Verdeutlichung des Wortes „symmetrisch"). Der Hauptstengel ist in der Regel die Verkörperung dieser Linie, bei einer Pflanze deutlicher als bei der andern, sehr deutlich z. B. bei vielen Nadelholzarten; wird durch einen Zufall bei diesen letzteren die Spitze gebrochen, so beugt sich einer der oberen Aeste aufwärts, bis er in die Axenlinie des Stammes gelangt ist; von hier aus gerade in die Höhe steigend, vertritt er dann die frühere Spitze und wächst in der Axenrichtung fort. Wo kein Hauptstengel vorhanden ist, kann man sich jene Linie an seine Stelle denken; sie zeigt gegen die Erde ein verschiedenes Oben und Unten, aber (mit Ausnahme einiger für das Sonnenlicht sehr empfänglicher Pflanzen) kein Hinten und Vorn, kein Rechts und Links. Diese planetarischen Beziehungen sind

theoretisch für sich allein hinreichend, die Pflanze vom Mineral und vom Thier zu unterscheiden; in Prari reichen sie aber nicht aus; man muß dann noch andere Merkmale wie die obengenannten zu Hülfe rufen, und dennoch fällt die Bestimmung der Grenze oft schwer.

Die Pflanzen sind dem Gesetz der Spiralbildung unterworfen, vielleicht in Folge ihrer linearen Ausbildung und ihrer Befestigung am Erdboden; denn durch die Bewegungen der Erde um sich und um die Sonne (welche letztere einem zweiten Pole der Pflanzen entspricht), sind Bedingungen gegeben, welche Spiralbildungen hervorrufen können. Wir finden sie im Innern an den Spiralfasern und außen an der Blattstellung oder an der Windung der ganzen Pflanze entwickelt, welche letztere meist dem scheinbaren Laufe der Sonne folgt.

Der dritte Grad der Individualisirung ist der der Thiere; die Theile überwinden die Anziehung der Erde in noch höherem Grade und reißen sich sogar vom Boden los, indem sie sich *symmetrisch zu beiden Seiten einer beweglichen aufgerichteten Fläche* ordnen. Das entwickelte Nervenleben bringt dazu willkürliche Bewegung hervor.

Zwar sind einige niedere Thiere noch an den Boden geheftet, diese Anheftung ist aber gewissermaßen eine willkürliche; denn bei der Geburt sind sie frei.

Nur bei wenigen Thieren liegen auch die inneren Theile symmetrisch, oder vielmehr doppelt zu beiden Seiten einer Fläche; so bei den Terebrateln und dem Diplozoon, diesem sonderbaren Bewohner der Augen mancher Fischarten. Hier giebt es also kein verschiedenes Rechts und Links, sondern nur ein Oben und Unten, ein Hinten und Vorn. Der größte Theil der Thiere hingegen, besonders alle höher entwickelten, zeigen im Innern (durch Lunge, Herz u. s. w.) ein verschiedenes Rechts und Links und nur die äußere Form ist dann zu beiden Seiten jener Fläche, die Hinten, Vorn, Oben und Unten durchschneidet, vollkommen gleichwerthig, wiewohl fast nie wirklich gleich.

Je höher die Entwickelung der Thiere ist, desto höher tragen sie den Centralpunkt des Nervensystems, den Sitz des geistigen Lebens — das Haupt — der Mensch am höchsten, senkrecht über dem Fußpunkte.

Die niederen Arten aller drei Reiche nähern sich einander, indem die freie Selbstständigkeit der Individuen sich immer mehr und mehr verwischt. Statt einzelner findet man zusammengehörige Haufen von Individuen: im Irdreiche fasrige Kugeln (jede Faser entspricht einem Krystall) und dendritisch pflanzenförmige Bildungen. Im Pflanzenreiche rasenförmige Zusammenhäufung der Moose und Flechten. Im Thierreiche steinige Gehäuse; baum-, strauch- und pilzförmige Gruppirung der Zoophyten, pflanzenförmig um eine verticale Linie herum. Gewöhnlich bleibt dann das Zahlenverhältniß der Theile ein Unterscheidungsmerkmal des Organischen vom Unorganischen. Das Gesetz der höheren Symmetrie verlangt eine ungleiche Zahl oder wenigstens eine ungleiche Stellung der gleichen Theile, so daß einem der Theile nicht immer durch seine Beschaffenheit, sondern oft nur durch seine Stellung ein besonderer Werth zukommt. Die Zahl 5 mit ihren Vervielfältigungen ist die vorwaltende in der organischen Welt; sie zeigt sich am Menschen, an den Thieren und an den Pflanzen von besonderem Werthe. Die geraden Zahlen gehören mehr den unorganischen Körpern, den Krystallen an; es entsteht durch sie eine steife Symmetrie, die dem Auge für die Länge der Zeit nicht gefällig sein kann, sowie eine vollkommen symmetrisch gebaute Stadt nur für den ersten Augenblick einen angenehmen Eindruck macht, dann aber langweilt.

Die niederen Thiere und Pflanzen weichen ferner häufig von der normalen aufrechten Stellung ab, und nähern sich dadurch den Individuen des Irdreiches; dies thun sie jedoch nur dann, wenn ein großer Körper ihnen die Stelle des Erdkörpers vertritt, wenn z. B. Flechten oder Moose an einen steilen Felsen geheftet sind, oder wenn sie auf einer Pflanze, einem Thiere als Schmarotzergeschöpfe leben. Es ist dann der Gegenstand, den sie bewohnen, für sie dasselbe, was für die anderen der Erdkörper ist.

Manche niedere Thiere (die einschaligen Mollusken z. B.) nähern sich den Pflanzen durch Spiralbildung; in ihnen ist die symmetrische Fläche keine Ebene, sondern spiralförmig gewunden.

Wie überhaupt in der Natur Alles einer gewissen Stufenreihe unterworfen ist, so sind es auch die einzelnen Geschöpfe in den drei Reichen, und diese drei Reiche selbst, sie schließen

sich durch vermittelnde Glieder innig an einander an. Die Eintheilung aller geformten Geschöpfe in Thiere, Pflanzen und Mineralien ist eine rein menschliche Satzung, zu welcher jedoch sehr triftige Gründe hinleiteten; wir haben sie von den ältesten Naturforschern ererbt und finden sie noch heute sehr passend, wiewohl jene leicht bestimmbaren und scharfen Grenzen der frühern Zeit, besonders die zwischen Thier und Pflanze, immer mehr verschwinden, je genauer wir die niederen Organisationsstufen kennen lernen. Auf den höheren Stufen der Organisation sind Thiere, Pflanzen und Erde (Mineralien) scharf getrennt, sowie hier auch die einzelnen Arten sich entfernter stehen, und selbst die Individuen ein und derselben Art schon gewisse unterscheidende Charakterzüge annehmen, die bei den niederen Geschöpfen nicht wiederzufinden sind. Jeder Mensch ist vom anderen zu unterscheiden, schwerer schon ein Adler vom anderen, noch schwerer ein Regenwurm vom anderen. Zwei gleich alte Eichen werden nie ganz gleich sein, weit schwerer dürfte es sein, zwei Pilze einer Art und eines Alters von einander zu erkennen. So endlich ist die Wahrscheinlichkeit weit größer, daß man zwei gleich große einaxige Krystalle derselben Art von einander unterscheiden könne, als zwei gleich große tesserale Gestalten derselben Species.

Auch durch die einzelnen Theile und Lebensstadien der Geschöpfe findet eine Annäherung der drei Reiche statt. Noch kürzlich hat Unger gefunden, daß die Fructificationen einer gewissen Wasserpflanze eine Zeit lang thierisches Leben zeigen, und unverkennbar ist es, daß die am höchsten entwickelten Theile einiger Pflanzen im Aeußern eine gewisse Annäherung zur Thierform zeigen, so z. B. die meisten Dicotyledonenblätter in geringerem, und die sogenannten Schmetterlingsblüthen in höherem Grade. Man kann an ihnen außer dem Oben und Unten wie bei den Thieren auch ein Hinten und Vorn unterscheiden. Dies stört aber die Gesammtform der Pflanze keineswegs, denn zur Axenlinie des Stammes verhalten sich diese Theile noch auf allen Seiten gleich. So finden sich auch an einigen einaxigen Krystallen gewisse Flächen, welche an die Spiralbildung der Pflanzen erinnern, es sind dies die bald rechts, bald links aufsteigenden Trapezoederflächen, z. B. am Quarz, und mehrere

Flächen des monoklinometrischen und triklinometrischen Kryſtallſyſtems.

Als Reſultat der Unterſuchungen über den Unterſchied der äußeren Formen ergiebt ſich unter Anderem auch folgende Gleichung: es verhalten ſich die äußeren Geſtalten der vielaxigen Kryſtalle zu denen der einaxigen Kryſtalle, zu denen der Pflanzen, zu denen der Thiere wie die Kugel zum Sphäroid, zur Eiform zur plattgedrückten Eiform mit einem verſchiedenen Vorn und Hinten (d. i. die Bohnenform). Es findet alſo, je höher die Grade der Organiſation ſind, eine um ſo höhere Modulation der Kugelform ſtatt.

Weit ſchärfer als die ſogenannten drei Reiche und die großen Abtheilungen in denſelben ſind die Arten geſondert. Ein berühmter Naturforſcher ſagte zwar: „Die Natur macht keine Sprünge.“ — Das iſt aber nur ſcheinbar, nicht wirklich wahr. Es ſcheint nämlich wahr, inſofern alle Formen und alle Vorgänge in der Natur dem menſchlichen Ueberblicke Uebergänge zeigen und die heterogenſten Geſtalten durch eine Menge Zwiſchenſtufen mit einander verbunden ſind. Aber es bleiben in der Regel ſcharfe Grenzen oder Sprünge zwiſchen ihnen. Die Arten (Species) ſind ſcharf geſondert, ſo ſehr auch alle höheren Abtheilungen (Genera, Ordines, Classes u. ſ. w.) verſchmelzen.

Zwiſchen wirklich verſchiedenen Arten iſt bis jetzt noch nie ein eigentlicher Uebergang beobachtet worden, ja es unterſcheiden ſich dieſelben ſogar in allen ihren kleinſten Theilen; der kleinſte Theil des Kryſtalls an dem Winkel ſeiner Spaltbarkeit, der Hobelſpahn an der Textur ſeines Zellgewebes; das einzelne Haar, oder der kleinſte Splitter eines Zahnes, reichen hin, um durch mikroſkopiſche Unterſuchung eine Thierart wieder zu erkennen. So durch und durch ſind die einzelnen Arten verſchieden, obwohl wir vielleicht annehmen müſſen, daß ſie hiſtoriſch aus einander hervorgegangen ſind.

Man ſpricht viel von höherer und niederer Organiſation. Die einfachere pflegt man die niedere, die mannichfaltigere die höhere zu nennen. Im Menſchen findet ſich die mannichfaltigſte, er iſt der auf der Erde bis jetzt äußerſte Grad der Vollendung — der Schlußſtein der organiſchen Schöpfung.

Ich habe Ihnen im 25. Briefe Einiges über die Reihen-

folge geschrieben, in welcher die organischen Formen nach einander auf der Erde entstanden sind. Wir erkannten darin eine allmälige Entwickelung vom Niederen zum Höheren. Aber wie die einzelnen Organismen, d. h. die ersten Individuen jeder Art entstanden, das ist noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Wenn Sie für jede besondere Form an den Schöpfer der Welt appelliren, so heißt das den Knoten durchhauen, aber nicht lösen. Sie setzen dann eine Behauptung an die Stelle einer Erklärung, eben weil Ihnen die letztere fehlt.

Schon vielfach ist von wahren Naturphilosophen die Meinung ausgesprochen und durch Gründe vertheidigt worden: die verschiedenen organischen Formen seien durch allmälige Entwickelung aus einander hervorgegangen. Noch ganz neuerlich hat ein ungenannter Engländer in dem Buche Vestiges of the Natural History of Creation diese Ansicht sehr geistreich zu begründen gesucht, und in der That, sie hat viel für sich, wenn sie auch der Natur der Sache nach noch lange eine bloße Hypothese bleiben wird. Das Gesetz der Organisation der Materie ist bis jetzt überhaupt noch nicht gefunden, seine Resultate sind, wie gesagt, noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gezogen. Nehmen wir aber einstweilen an, daß ein solches die Materie beherrschendes besonderes Gesetz besteht, daß gewisse Stoffe unter gewissen Umständen zu organischen Formen zusammentreten, so wird die specielle Mannichfaltigkeit dieser Stoffe und Umstände auch die Mannichfaltigkeit der Formen bedingen und sich in ihnen abspiegeln. Unter den einfachsten äußeren Umständen werden die einfachsten ihnen anpassenden organischen Formen entstanden sein, und wie sich die Umstände änderten und vervielfältigten, so änderten und vervielfältigten sich nach und nach auch die organischen Formen. Wir dürfen dabei nie vergessen, daß die Zeiträume unbegrenzte sind. Wenn auch, so lange der Mensch auf der Erde beobachtet, noch nie recht deutlich die Entstehung einer ganz neuen Art nachgewiesen worden ist, so entstanden doch in diesem verhältnißmäßig kurzen Zeitraume schon häufig den besonderen Umständen entsprechende Varietäten (Abarten, Racen), welche zum Theil schon beinahe besondere Arten genannt werden können.

Zur ungefähren Bestimmung des Alters der Erde sind so

wenig Anhaltepunkte gegeben, daß man kaum irgend ein Urtheil darüber zu fällen vermag. So viel läßt sich aber, wenn man nur irgend auf Analogie bauen darf, mit Sicherheit nachweisen, daß der Zeitraum, in welchem die Erde von Menschen bewohnt wird, beinah unendlich klein ist gegen den ihres Bestehens als Weltkörper. Wir müssen darum bei Beurtheilung geologischer Vorgänge jeden beschränkenden Begriff von Zeit in Voraus verbannen; ob ein Tag oder ob Millionen Jahre zu Erklärung irgend einer Erscheinung nöthig sind, darf keinen Einfluß auf unser Urtheil über dieselbe haben.

In geschichtlicher Zeit hat die Erdoberfläche nicht eine einzige Hauptveränderung erlitten; kaum ein Paar Thierarten sind ausgestorben oder neu entstanden; die mittlere Temperatur des Erdkörpers ist, wie wir durch die scharfsinnigen Berechnungen von Laplace und Fourrier wissen, seit Hipparch's Zeiten, also seit mehr als 2000 Jahren, nicht um einen einzigen Grad (höchstens um $^3/_{100}$ eines Thermometergrades) verringert worden; nur wenige Vulkane sind erloschen, nur wenige neu entstanden.

Wenn man dagegen das vergleicht, was uns die Geognosie über die präadamitische Zeit schließen läßt, über die Zeit, aus welcher wir weder fossile noch andere Menschenüberreste kennen, so ergiebt sich ein Verhältniß, welches dem einer Stunde zu einem Jahrtausend ähnlich sein mag. Ganze organische Schöpfungen sind zu wiederholten Malen, aber nicht plötzlich, sondern höchst allmälig, ausgestorben und von Gebirgsschichten bedeckt worden; die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche ist von dem Schmelzgrade aller Stoffe, etwa 2000 bis 3000°, auf ungefähr 12° für die gesammte Erdoberfläche herabgesunken; hunderttausende von Bergen, die den heutigen Vulkanen entsprechen, sind empor gehoben und erkaltet, ganze Oceane vielfach von einer Stelle zur anderen versetzt worden.

Ein Blick in diesen unermeßlichen Zeitraum, der sich hier dem menschlichen Geiste öffnet, gleicht der Anschauung des gestirnten Himmels, wo immer eine Welt hinter der anderen hervorleuchtet.

Beispielsweise will ich Sie nur an einige der Umformungen organischer Wesen erinnern, welche sicher in historischer Zeit stattgefunden haben und welche zum Theil beinah als neue Arten-

bildungen betrachtet werden können. Ich erinnere Sie da an die meisten unserer Obstsorten und Hausthiere, die zum Theil von ihren bekannten Urformen gänzlich abweichen und für welche zuweilen die Urformen noch gar nicht sicher haben wieder erkannt werden können. So ist es unsicher, ob unser gemeines Schaf von dem Mufflon (Ovis Musmon) oder von dem Argali (Ovis Ammon) abstammt.

Daß stets und überall die organischen Formen sich den äußeren Lebensumständen entsprechend entwickelt haben, ist eine merkwürdige Thatsache, die, wenn wir sie nach menschlicher Weisheit beurtheilen dürften, den höchsten Grad aller Weisheit voraussetzen ließe. Aber menschliche Weisheit ist eben auch nur ein Product der Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde.

Daß das Pferd den festen Sandboden mit hartem Hufe stampft, der Kernbeißer einen dickeren Schnabel hat als der Mückenfänger, daß der Fisch Flossen, der Vogel Flügel hat; alles das sind zu gewöhnliche Erscheinungen, als daß sie noch unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen vermöchten, und doch sind es eben so merkwürdige Thatsachen, als die einzelnen ungewöhnlicheren Erscheinungen, die wir zuweilen bewundern und in denen man geneigt ist, ganz specifische Beweise höchster Weisheit des Schöpfers zu erblicken. Einen solchen ganz besonderen Fall erzählt Darwin von den Keeling Inseln, und ich kann mich nicht enthalten, Ihnen denselben zu wiederholen. Es lebt auf diesen Inseln eine sehr große Krebsart (Birgos latro), die sich von Kokosnüssen nährt. Das vordere Paar Beine endigt bei dieser Krabbe in sehr starke und schwere Scheeren, und das letzte Paar in andere, die sehr kurz und schwach sind. Auf den ersten Anblick sollte man es für ganz unmöglich halten, daß ein Krebs eine starke, mit ihrer Hülle bedeckte Kokosnuß öffnen könne. Aber man hat die Operation oft beobachtet. Das Thier fängt damit an, eine Faser nach der anderen von der Hülle zu zerreißen, und immer an dem Ende, unter welchem die drei Augenlöcher der Nuß liegen. Wenn es damit fertig ist, fängt es an, mit den schweren Scheeren auf eins der Löcher zu hämmern, bis es eine größere Oeffnung geschlagen hat. Dann dreht es sich herum und zieht mit Hülfe der hinteren

schmalen Scheeren den albuminösen Kern heraus, um ihn zu fressen. Das ist gewiß ein höchst merkwürdiger und besonderer Fall von Instinkt sowohl, als von Anpassung des Körperbaues für den besonderen Zweck. Woher weiß das Thier, daß es nach mühevoller Arbeit einen süßen Kern findet, und auf welcher Seite der Nuß sich die Löcher befinden? Wodurch ist diese eigentlich für das Wasser geschaffene Thierart, wenn man so sagen darf, zuerst auf den Gedanken gekommen, eine Kokosnuß zu öffnen? — Aber ist es nicht im Grunde mit jedem sogenannten Instinkt derselbe Fall!

Wenn Sie nun bedenken, daß diese Koralleninseln, denn solche sind es, auf welchen unser Krebs lebt, offenbar erst in einer geologisch neuen Periode als solche hervorgetreten sind und daß die Palmenvegetation wieder erst weit später sich auf denselben entwickeln konnte, so drängen sich Ihnen gewiß die Fragen auf: hat hier eine früher schon im Meere existirende Krebsart an dem Leben auf dem Lande und an dem Genuß von Kokosnüssen Gefallen gefunden und deshalb durch Tausende von Generationen hindurch ihre ganze Organisation nach und nach so abgeändert, daß sie jetzt dazu geeignet ist, die Nüsse mit verhältnißmäßiger Leichtigkeit zu verzehren? oder ist durch einen besonderen Schöpfungsact für diesen besonderen Zweck ein dazu eingerichtetes Thier erschaffen worden? — Sie sehen wohl, solche Fragen können nicht direct beantwortet werden, aber zu bedenken gebe ich Ihnen die Tausende von minder auffallenden, aber doch analogen Fällen, in welchen die Organisation der Thiere offenbar ganz nach und nach durch Uebung für einen bestimmten Zweck sich abändert, wie der Windhund eine ganz andere Gestalt angenommen hat als der Dachs- oder Fleischerhund, das Rennpferd eine andere als das Frachtpferd. Die Unterschiede beruhen hier vielleicht nur in der Zeit, oft freilich begünstigt durch absichtliche Züchtung, und ist diese groß genug, so sondert sich nach Tausenden von Annäherungsformen eine dem neuen Zwecke ganz entsprechende Art als selbstständig ab.

Im innigen Zusammenhange mit der Frage über Entstehung der einzelnen organischen Formen steht die vielbesprochene Frage der Urzeugung (Generatio aequivoca oder spontanea), der Zeugung ohne Aeltern. Ob eine solche überhaupt stattfinde oder

nicht, kann ebenfalls durch directe Beobachtung nie entschieden werden, aber die meisten besonderen Fälle, welche man eine Zeit lang nur durch sie erklären zu können glaubte, haben durch gründlichere Beobachtung eine den gewöhnlichen Vorgängen entsprechende Erklärung gefunden.

Sollte es richtig sein, daß die einzelnen organischen Formen durch Einwirkung veränderter äußerer Lebensumstände sich auseinander entwickelt haben, dann wäre dies auf's Neue ein Grund gegen die Urzeugung einzelner Individuen, und die Beispiele, welche man für sie angeführt hat, die Entstehung besonderer neuerer mikroskopischer organischer Formen auf oder in Producten der menschlichen Industrie, wie Wein, Bier, Essig, gewissen Medicinen u. s. w., ist dann nichts weiter als die Umbildung ursprünglich etwas anderer Formen durch die sehr veränderten äußeren Lebenselemente — eine neue Artenbildung, aber nicht eine älternlose. In ähnlicher Weise entwickeln sich ohne Zuthun des Menschen nach den neuesten Erfahrungen aus den Eiern des Bandwurmes ganz ungleiche Formen, je nachdem sie im Menschen oder im Schaf zur Ausbildung gelangen.

Ist die Voraussetzung der allmäligen Entwickelung richtig, so haben wir den Menschen als die höchste Entwickelungsstufe der Organisation zu betrachten, wir können aber nicht wissen, ob und was für ein begabteres Wesen aus einer ferneren vieltausendjährigen Entwickelung noch hervorgehen wird. Daß auch der Mensch sich beständig veredelt hat und noch veredelt, unterliegt gar keinem Zweifel, mögen nun die Verächter des Menschengeschlechtes und seiner Gesittung sagen was sie wollen. Die ganze Weltgeschichte lehrt es. Fähigkeiten, Kenntnisse und Moralität nehmen zu. Den schlagendsten Beweis dafür liefert das beginnende und fortschreitende Erkennen der Weltgesetze. Ein Erkennen, von dem man vor 1000 Jahren noch keine Ahnung hatte, ein Erkennen, welches für die Gesammtheit des Menschengeschlechtes nie wieder verloren gehen kann. Aber örtliche und periodische Rückschritte sind von jeher eingetreten. Einzelne Stämme *blieben zurück* in ihrer Entwickelung oder *gingen zurück* durch Krieg oder gewaltige politische Revolutionen. Nie aber die Menschheit im Ganzen. Dieses theilweise Zurückbleiben oder Zurückschreiten, bedingt durch klimatische Verhältnisse oder

durch sociale Ueberstürzungen, ist vermuthlich die Ursache des Unterschiedes der Racen geworden, und etwas Aehnliches kann die Ursache des Unterschiedes aller organischen Formen (der Thier- und Pflanzenspecies) sein, wenn wir, wie es der Fall ist, einen ganz unbeschränkten Entwickelungszeitraum annehmen dürfen. Das würde dann ein sehr viel anderer Unterschied der Arten sein, als der, welcher im Mineralreiche durch ungleiche Zusammensetzung aus verschiedenen Grundstoffen bedingt wird, auch unterliegen die Mineralarten im normalen Zustande keinem Stoffwechsel.

Die Mannichfaltigkeit der äußeren Erdverhältnisse und der Stoffverbindungen hat also nach dieser Theorie die Mannichfaltigkeit der einzelnen Organismen bedingt, und beide haben beständig zugenommen. Wir dürfen aber dabei auch den Umstand nicht unbeachtet lassen, daß zwischen den einzelnen Arten in der That scharfe Trennungen, wahre Sprünge vorhanden sind. Man kann, wie gesagt, jedes Thier aus dem Bau eines Zahnsplitters oder eines Haares erkennen. So consequent sind die Arten durch und durch verschieden. Wenn sie sich daher aus einander entwickelt haben, so müssen gewisse Familien derselben Art durch viele Generationen, bestimmten äußeren Bedingungen entsprechend, stehen geblieben sein oder sich auf besondere Weise entwickelt haben, wodurch dann endlich aller Uebergang zwischen ihnen verwischt wurde.

Der berühmte Chemiker Mulder sagt: „Die Moleküle der im organischen Reiche vorkommenden Stoffe, Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff, scheinen unerschöpflich in dem Vermögen sich zu vereinigen; die Zahl ihrer Verbindungen ist unendlich groß. Dieses Vermögen besitzen die Grundstoffe und empfangen es nicht erst in dem Pflanzen- und Thierkörper; hier wird es nur geweckt."

Es mag Ihnen vielleicht auffallend erscheinen, daß die Naturforscher sich überall bemühen, eine naturgesetzliche Entwickelung nachzuweisen, statt sich nur auf unerklärbare schöpferische Thätigkeit zu berufen. So lange das die sogenannte todte Welt betraf, in welcher die naturgesetzliche Ordnung bereits unzweifelhaft ist, ließ man sich das noch gefallen, weil sich eben gar nichts dagegen einwenden läßt. Daß man aber jetzt auch das

Lebendige und das Geiſtige ſolchen Geſetzen unterordnen will, das erſcheint Manchem gottesläſterlich, wie vor einigen hundert Jahren aſtronomiſche Entdeckungen für ketzeriſch gehalten wurden. Sie müſſen aber bedenken, daß es ſtets die Aufgabe der Naturforſchung ſein wird, zu erklären, ſo viel ſie eben erklären kann. Ihre Aufgabe iſt es nicht, Wunder nachzuweiſen, ſondern Naturgeſetze, allgemeine Uebereinſtimmung der Erſcheinungen. Sie miſcht ſich als ſolche nicht in das Gebiet des Glaubens und überläßt es gern einer anderen Sphäre der Gedankenentwickelung, das, was ſie als ſicher gefunden hat, in Einklang zu bringen mit religiöſem Dogma oder mit philoſophiſcher Speculation. Wollte man ihr im Voraus Ziele ſtecken, die ſie erreichen müßte und nie überſchreiten dürfte, dann würde ſie aufhören zu ſein, was ſie iſt.

Siebenunddreißigſter Brief.

Infuſorien und Korallen.

„Seitdem ich in den Anſichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organiſchen Formen nach Maßgabe der Tiefe und Höhe geſchildert habe, iſt unſere Kenntniß auch in dieſer Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „„über das Verhalten des kleinſten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eiſe der Polarländer““ auf eine überraſchende Weiſe, und zwar nicht durch combinatoriſche Schlüſſe, ſondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebensſphäre, man möchte ſagen der Horizont des Lebens, hat ſich vor unſeren Augen erweitert.“ v. Humboldt S. 369.

Die kleinſten Thierformen gerade ſind es, welche die größten äußeren Lebenshinderniſſe am ſiegreichſten bekämpfen. Mit unbewaffnetem Auge nicht unterſcheidbare Thierchen beleben das Eis der Pole, wie den Firn der höchſten Gebirge; zarte Zoophyten trotzen den heftigſten Wogen und bauen mitten im großen Ocean ihre zierlichen Gehäuſe auf, in ſolcher Ausdehnung und von ſolcher Dauer, daß ſie dem Menſchen ein Wohnplatz werden. Laſſen Sie ſich von dieſen auf der Stufenleiter der Organiſation ſo niedrig ſtehenden und zum Theil wegen Kleinheit für das

gewöhnliche Auge unsichtbaren Thierformen etwas mehr erzählen.

Sie haben von dem sogenannten rothen Schnee gelesen, der in hohen Gebirgen wie an den Polen sich entwickelt und kleinen prachtvoll gefärbten Pflänzchen (Sphaerella nivalis), die zwischen den Eiskörnchen keimen, seine Färbung verdankt. Diese rothen Pflänzchen werden zuweilen von Infusorien gefressen, die dann auch roth erscheinen und die man deshalb zuweilen für die ursprüngliche Ursache des rothen Schnees gehalten hat. Ebenso haben Sie von äußerst kleinen Thierchen gelesen, die man lebend in dem Eise der Polarmeere, wie in dem Wasser dieser Meere aufgefunden hat. — Was dabei besondere Aufmerksamkeit erregen muß, ist die Frage: in welcher Weise sie ihre Nahrung beziehen, und welcher Art dieselbe ist? Sind es überall kleine in Schnee und Eis wachsende Algen wie die Sphaerella nivalis, oder in Wasser gelöste Theile verwester größerer Organismen? Oder sollten wir annehmen können, daß diese Anfänge der Thierwelt wie die Pflanzen ihre Nahrung auch unmittelbar aus der anorganischen Welt aufnehmen, sei es nun im gasförmigen, flüssigen oder staubartigen Zustande?

Die Infusionsthierchen und die Polythalamien, diese kleinsten Organismen, die auch das Weltmeer wie viele süße Gewässer in unglaublicher Zahl bevölkern, sind für die größeren Bewohner des Meeres, von denen sie in unermeßlichen Quantitäten verschlungen werden, wahre Träger des Nahrungsstoffes, sie machen das Wasser an jedem Orte nahrhaft, doch dürfen Sie sich deshalb nicht scheuen, aus einer klaren und kühlen Quelle zu trinken, denn gerade da sind sie nicht. Diese köstliche Labung des Menschen ist frei von unappetitlichen Formen. Uebrigens aber sind sie die breite Grundlage der Organisation des Wassers, wie das die Pflanzen für die animalischen Geschöpfe des Landes sind. Wo sie einmal heimisch sind, da vermehren sie sich in solcher Ausdehnung, daß ihre kleinen aus Kieselerde oder aus kohlensaurem Kalk bestehenden Schalen von jeher durch ihre Anhäufung Gesteinsablagerungen gebildet haben, wiewohl ihre Formen gewöhnlich nur in den neueren derselben noch deutlich erkennbar sind.

Es war im Jahre 1836, als Ehrenberg, durch den

Porzellanfabrikbesitzer Fischer darauf aufmerksam gemacht, zuerst fossile, aus Kieselerde bestehende Infusorienpanzer und zwar in der Kieselguhr von Franzensbad in Böhmen erkannte. Durch diesen Fund achtsam gemacht, hat er seitdem die Ueberreste des kleinsten Lebens als Hauptbestandtheil einer großen Zahl von kieseligen und kalkigen Gesteinen nachgewiesen. In seiner Mikrogeologie[45]) liegt uns jetzt das Resultat vieljähriger Beobachtungen über diesen Gegenstand vor. Wer die prachtvollen Tafeln dieses Werkes durchblättert, muß staunen über die Vielzahl und Mannichfaltigkeit oft sehr sonderbarer Formen und über ihre früher nie geahnte außerordentliche Verbreitung auf und in der Erde.

Alles scheint sich zu beleben oder einst belebt gewesen zu sein, nichts Todtes, ganz Anorganisches scheint übrig zu bleiben. Der von solcher Lebensfülle aller Zeiten Ueberraschte kann leicht zu der irrigen Ansicht eines Gleichen zurückgeführt werden, der schon im Jahre 1782, doch ohne thatsächliche Gründe, die Vermuthung aussprach, unsere ganze Erde sei aus Infusorien entstanden.

Fast unheimlich und gespenstisch berührt diese neu aufgeschlossene, wenn auch zum Theil längst begrabene Lebenswelt, die Alles zu durchdringen scheint: das Eis der Pole und Gletscher, den Schlamm des Meeres, den Firn und die lockere Erde der höchsten Berggipfel, den Staub der erdumstürmenden Orkane und den, welcher im ruhigen Sonnenstrahl zittert, den fruchtbaren Boden der Niederung, das Wasser der Flüsse und des Meeres, die starren Felsschichten der Erde und selbst die glühend ausgeworfenen Producte der Vulkane. Ueberall ein wahres Wimmeln von diesem kleinsten Leben.

Aber der Mensch hat seit Jahrtausenden die Erde bewohnt, unbekümmert um diese unsichtbaren Mitgeschöpfe, ungestört und unbelästigt durch sie. Warum sollten wir also jetzt vor dem erschrecken, was so lange schon, nur unerkannt, neben uns bestanden hat? Besser ist es jedenfalls, wir kennen unsere Umgebungen, als wir kennen sie nicht; manche schädliche Wirkung läßt sich dann leichter vermeiden, manche einflußreiche Thatsache benutzen oder neutralisiren. Hat doch selbst die Medicin wie die Technik diesen neuesten Forschungen schon manche praktische Seite abgewonnen, und betrachten wir die zierlichen Gestalten, die dem

menschlichen Auge auf Ehrenberg's Tafeln zum Theil zum erste Male vorgeführt werden, so scheint es fast, als wenn auch die Kunst aus dieser neu eröffneten, aber uralten Quelle noch schöpfen könne, um ihre Phantasie zu beleben.

Ganze Berge, die Bodenschichten ganzer Länder, bestehen vorherrschend aus den Ueberresten kleiner einst lebender Wesen, deren Billionen in den Raum eines Cubikzolles gehen, die aber unter günstigen Umständen mit solcher Schnelligkeit sich vermehren, daß aus einem Individuum in jeder Stunde zwei werden, in der zweiten Stunde also vier, in der dritten acht u. s. w. Könnte es so fortgehen, so würden nach Ehrenberg's Berechnung die Nachkommen eines an sich dem freien Auge unsichtbaren Wesens binnen 8 Tagen den Raum unseres Erdkörpers einnehmen und eine Stunde später natürlich den Raum von zwei Erdkörpern. Daß es nicht so fortgehen kann, versteht sich von selbst.

Ein Cubikzoll staubartig zusammengesetzter Steinmasse des Polirschiefers von Kutschlin in Böhmen besteht nach annähernder Zählung und Berechnung aus mehr als 1000 Millionen Einzelwesen und in ungemessenen Zeiträumen sind durch ihre beschränkte Fortpflanzung mächtige, weit verbreitete Gesteinsablagerungen entstanden. Auch die weiße Kreide, in England mehrere hundert Fuß mächtig, besteht, wie wir im 24. Briefe gesehen haben, fast nur aus den Ueberresten solcher kleiner fossiler Organismen. Von der Monas prodigiosa gehen sogar 884 Billionen Einzelwesen in den Raum eines Cubikzolles und binnen sechs Stunden war die Vermehrung der geringsten Spur davon unter günstigen Umständen erfahrungsmäßig so groß, daß sie einen Cubikzoll einnahm.

Ob die in vulkanischen Producten gefundenen Infusorienreste wirklich ihnen angehören, und wie sie in diesem Falle hinein gekommen, ist noch zweifelhaft. Für die, welche zwischen den Aschenauswürfen der isländischen Vulkane entdeckt wurden, ist es nach Bunsen wahrscheinlich, daß sie aus großen Sümpfen abstammen und nur gleichzeitig vom Winde fortgeführt, mit der Asche gemengt wurden.

Welche außerordentliche Rolle der Wind bei Verbreitung dieser kleinsten Organismen spielt, und wie man rückwärts aus

ihrer Verbreitung auf gewisse Luftströmungen schließen könne, hat ebenfalls Ehrenberg zuerst nachgewiesen. Er hat schon im Jahr 1847 gezeigt, daß der sogenannte Blutregen, vieler frisch gefallene rothe Schnee, das sogenannte Dunkelmeer an der Westküste Afrika's, welches zuweilen die Schiffe mit feinem Staub überschüttet, und manche andere ähnliche Phänomene, durch die oberen Passatströmungen veranlaßt werden, welche staubartige Theile (Passatstaub) mit vielen sehr kleinen organischen Resten, darunter selbst noch lebensfähigen Infusorien aus Südamerika, über den atlantischen Ocean herüber führen. Hier fällt dieser Staub zuerst an den Küsten Afrika's als „Dunkelmeer" nieder oder er wird theilweise durch Südwinde (z. B. den Sirokko) nach Europa getragen, um hier als röthlicher Staub, oft mit Regen oder Schnee zugleich, niederzufallen.

Was die Felsbildung betrifft, so wetteifern mit den Infusorien die Korallen, nur sind sie auf eine kleinere Zone der Erde beschränkt. Aber ihre Bauten sind so merkwürdiger Art, daß Ihnen eine kurze Schilderung derselben gewiß nicht unwillkommen sein wird.

Gewisse Zoophyten, namentlich aus den Gattungen Millepora, Astrea, Meandrina und Caryophylla, leben gesellig, dicht gedrängt neben einander, ja auf einander, und ihre kalkigen Gehäuse, die Korallen, bilden steinige Ueberzüge des Meeresbodens, sogenannte Korallenbänke oder Korallenriffe, welche durch diese Thiere aus einer mäßigen, 100 Fuß nicht viel übersteigenden Tiefe bis zu der Oberfläche des Meeres aufgebaut werden, und zwar, wie es scheint, meist in der Weise, daß in den verschiedenen Tiefen und Localitäten gleichzeitig sich verschiedene Korallenarten entwickeln.

Diese Riffe bildenden Korallen sind gegenwärtig auf die Aequatorialzone, zwischen 32° nördlicher und 29° südlicher Breite beschränkt, und bedürfen zu ihrem Gedeihen einen nicht tiefen, festen Boden, bewegtes und Nahrung zuführendes kalkhaltiges Meerwasser. Die Ablagerung schlammiger oder sandiger Niederschläge ist ihrem Leben durchaus hinderlich.

Aus früheren Schöpfungsperioden finden wir die Ueberreste ganz ähnlicher Korallenbauten viel weiter gegen die Pole hin. Ein besonders auffallendes Beispiel hiervon liefern die Korallen-

felsen (coral rags) der englischen Juraformation und die Korallenkalksteine der Grauwackengruppe in Skandinavien und Nordamerika, während in diesen Breiten jetzt nirgends riffebauende Korallen angetroffen werden.

Im großen Ocean, im indischen Ocean und im rothen Meere sind die Korallenriffe und Koralleninseln ganz besonders häufige Erscheinungen. Von keinem Naturforscher sind sie gründlicher untersucht und beschrieben worden, als von C. Darwin*). Er unterscheidet: eng an die Küsten anschließende Riffe. (Fringing reefs), die Küsten in einiger Entfernung parallel umgebende concentrische Riffe (Barrier reefs) und Koralleninseln (Atolls, lagoon islands, Ringinseln), sowie durch Erhebung des Bodens trocken gelegte Korallenriffe. Die ersteren sind nach ihm die natürlichen Anfänge der übrigen. Die Korallen beginnen ihren Bau stets nur an felsigen Meeresküsten, wo die äußeren Bedingungen ihnen günstig sind, und wo sie namentlich nicht durch einmündende Flüsse gestört werden.

Solche Küstenriffe findet man häufig im rothen Meere, an der Ostküste Afrika's, an den Küsten Madagascars, Sumatra's, der Philippinen, Salomons-Inseln, Hebriden und Antillen, und wahrscheinlich ist der flache Meeresboden oft auf große Strecken von ihnen überzogen. Ueberall aber, wo Flüsse in das Meer münden oder andere Umstände den Korallenbau beeinträchtigen, da sind diese Riffe durch offene Canäle unterbrochen. Werden nun aber solche Küstengegenden, an welche die Zoophyten ihre steinigen Gehäuse angebaut haben, durch vulkanische Thätigkeit allmälig oder plötzlich gehoben, so kommen dadurch die Korallenbauten zum Theil oder ganz über den Wasserspiegel, die Thiere sterben und man findet die angefangenen Riffe auf trockenem Lande, wie das in einzelnen Theilen der oben genannten Gegenden häufig der Fall ist. Sie liefern dadurch einen deutlichen Beweis für die Hebung großer Erdkrustentheile.

Ganz anders ist das Resultat, wenn Küstenstriche oder Inselgebiete, in welchen die Korallenbauten erfolgen, einer langsamen Senkung unterworfen sind. Denken Sie sich z. B., es sei x ein Korallenriff, welches eine hier im Querschnitt dargestellte Insel umgiebt. Dasselbe reicht bis zu dem Meeresspiegel A B empor. Nachdem es aber ungefähr diese Höhe erreicht

hat, sinkt die Insel mit dem benachbarten Meeresboden so tief unter den Meeresspiegel, daß dieser nun bis A' B' reicht; doch darf die jedesmalige Senkung nicht ganz so viel betragen, als die Tiefe, in welcher die betreffenden Arten noch fortzuleben vermögen. Auf diese Weise wird es den Korallen möglich, höher und bis zum neuen Meeresspiegel aufzubauen, da aber immer den äußeren Korallen durch die Brandung des Meeres mehr Nahrung zugeführt wird als den inneren in der Nähe der Insel, so erhält das Riff dadurch die in der obigen Zeichnung punktirte Form; es wird dadurch ein der Küste paralleles Riff, zwischen welchem und der Insel das Meer oft so tief ist, daß große Schiffe durch einzelne Oeffnungen des concentrischen Riffs eindringen und zwischen dem Riff und dem Lande ankern können. Darwin hat von solch einer Insel (Bolabola in der Südsee), welche von einem mit Palmen bewachsenen Korallenriff umgeben ist, die nachstehende nette Zeichnung geliefert.

Wenn nun eine solche Insel mit ringförmigem Korallenriff fortwährend niedersinkt, so werden endlich die Meereswogen über ihrem Felsengipfel zusammenschlagen, und wenn das Sinken langsam genug erfolgt, um den Korallen ein beständiges Nachwachsen zur Oberfläche zu gestatten, so wird aus der Felsinsel

eine ringförmige Koralleninsel, ein Atoll, ein flacher Landring, der eben nur über den Meeresspiegel emporragt und ein kreisförmiges Meeresbecken umschließt. Darwin hat als Beispiel hierfür die Whitsunday-Insel abgebildet, und den Vorgang des

Sinkens und Aufbauens wird Ihnen die folgende Skizze am besten verdeutlichen, wenn Sie dabei x als das Korallenriff im Zustande eines Parallelriffs betrachten wollen, wie es S. 328 punktirt als zukünftig dargestellt ist. Hier ist nun A'' die zu-

künftige Höhe desselben, nachdem die Felsenspitze der Insel mit dem umgebenden Riff allmälig so tief unter den Meeresspiegel gesunken ist, daß dieser der punktirten Linie gleicht. Ueber dem Felsengipfel ist hier also ein kreisförmiges Wasserbecken entstanden, weil stets die äußeren Korallen, durch die Brandung begünstigt, schneller empor wachsen, als die inneren, die, wenn das Becken ganz geschlossen ist, überhaupt nicht mehr nachwachsen können. Solche ringförmige oder kreisförmige Inseln, die eben nur den Meeresspiegel überragen, sowie einzelne von Parallelriffen umgebene Felsinseln finden sich zu vielen Tausenden in gewissen Regionen des stillen und des indischen Oceans.

Die wichtigsten der hierzu gehörenden Inselgruppen sind im indischen Meere die Laccadiven, Maldiven, Lagos und Sava de Malha, im stillen Ocean die Carolinen, Marshal-Inseln, Gilberts-Inseln, Societäts-Inseln und die niederen Inseln. Sie nehmen mit ihren Zwischenräumen außerordentlich große Flächenräume ein; sollten sie später einmal durch Wanderung der vulkanischen Thätigkeit mit ihrem Grunde über den Meeresspiegel erhoben werden, so müßten sie eine über Tausende von Quadratmeilen verbreitete, ziemlich gleichmäßige Korallenformation darstellen, deren einzelne isolirte Emporragungen man leicht für Ueberreste eines ursprünglich über den ganzen Flächenraum hin zusammenhängenden sehr mächtigen Lagers halten könnte, was sie jedoch nie waren. Vor solchem Irrthume werden wir uns demnach auch bei Beurtheilung vorweltlicher Korallenriffe zu hüten haben, deren Analogie mit den lebenden lange Zeit nicht hinreichend untersucht und gewürdigt worden ist.

Man hat die wunderbare Erscheinung dieser flachen und meist ringförmigen, oft wieder in Kreise geordneten Inseln Anfangs nicht zu deuten vermocht. Da das Meer nahe bei ihnen oft Tausende von Fußen tief ist, so glaubte man, die Korallen hätten dieselben aus so großen Tiefen aufgebaut, was gänzlich im Widerspruche steht mit der Natur dieser Thiere, die, wie erwähnt, nicht mehr als etwa 100 Fuß tief unter der Wasseroberfläche leben können. Dies einsehend, meinte man, die Zoophyten hätten untermeerische kreisförmige Kraterränder vorgefunden, auf denen sie sich festsetzten und ihre Form bis zur Oberfläche fortführten, dadurch glaubte man zugleich ihre häufige Ringform erklären zu können. Aber diese und ähnliche Deutungen treten ganz in den Hintergrund gegen die von Darwin gegebene Erklärung der Sache, die mit der Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit in denselben Gegenden vollkommen übereinstimmt. Die gehobenen, trocken liegenden Korallenriffe fallen stets mit vulkanischen Gegenden zusammen, und die ringförmigen, die ihre Beschaffenheit dem Sinken des Bodens verdanken, bilden abgesonderte Gebiete, die von jenen Regionen der Erhebung getrennt liegen.

Sie sehen hier ein merkwürdiges Ineinandergreifen einer der großartigsten unter den physikalischen Thätigkeiten des Erd-

körpers mit dem unermüdlichen Lebensproceß kleiner unscheinbarer Organismen, die nur dadurch, daß Milliarden von Individuen Millionen von Jahren in demselben Sinne wirken, ein großes Resultat hervorbringen.

Noch ein Bedenken muß ich Ihnen lösen. Die Korallen können nur unter dem Wasser leben, Sie werden also sehr natürlich fragen, wie können ihre Bauten bewohnbare Inseln bilden, die sich doch mehrere Fuß über den mittleren Fluthstand des Wassers erheben. A. v. Chamisso hat das trefflich auseinandergesetzt. „Ist das Riff bis zu der Höhe gelangt, daß es bei niedrigem Wasserstande zur Zeit der Ebbe fast trocken wird, so hören die Korallen auf, höher zu bauen. Muschelschalen, Korallenbruchstücke, Seeigelschalen und deren abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmälig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, daß nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, daß sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und aufeinander gethürmt. Die immer geschäftige Brandung wirft Korallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung eines weißen blendenden Grundes dar. Auch ganze Baumstämme, von anderen Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, Insecten, Eidechsen u. dgl. als erste Bewohner an. Ehe noch die Bäume sich zu einem Walde vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen, und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein, schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde, die durch Verwesung von Baumblättern entstand, auf, und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt."

Durch den Vegetationsproceß nehmen diese flachen Inseln

sehr allmälig noch etwas an Höhe zu, denn die Pflanzen absorbiren beständig Kohlenstoff aus der Luft und häufen ihn nach ihrem Absterben an.

Die Koralleninseln entstehen aber nicht nur, sie vergehen auch wieder. Wenn die Thätigkeit und das Leben der Korallen allmälig erlischt, was durch irgend eine Aenderung der äußeren Lebensbedingungen, z. B. der Strömungen des Meeres, veranlaßt werden kann, so wird alles Hervorragende nach und nach von der Brandung zerstört, die Inseln werden in untermeerische Bänke verwandelt, die Ringform geht theilweise verloren, das Becken wird mit Sedimenten erfüllt. Auch die Zwischenräume der einzelnen Inseln füllen sich mehr und mehr mit solchen Trümmern aus. Es würde schwierig sein, sie dann im wieder gehobenen Zustande noch als einstige Ringinseln zu erkennen.

Ich kann diesen Brief nicht besser schließen, als mit einer Stelle Darwin's*): „Der Ocean schont keineswegs den Korallenfelsen; die großen, über das Riff zerstreuten und auf dem Ufer angehäuften Trümmer, zwischen denen die großen Kokosbäume aufkeimen, beweisen deutlich die unaufhörliche Gewalt seiner Wogen. Auch giebt es keine Periode der Ruhe. Die lange Schwellung, die von der leisen, aber stetigen Wirkung des beständig in einer Richtung über eine ungeheuere Fläche wehenden Passatwindes hervorgerufen wird, verursacht brandende Wogen, die an Heftigkeit selbst die unserer gemäßigten Zone übertreffen und niemals zu rollen aufhören. Es ist unmöglich, diese Wellen zu sehen, ohne die Ueberzeugung zu gewinnen, daß jede Insel, möchte sie nun aus dem härtesten Felsen, aus Porphyr, Granit oder Quarz bestehen, am Ende zerstört werden müßte. Und doch stehen diese niedrigen, unbedeutenden Koralleninseln und gehen siegreich aus dem Kampfe hervor — sie wachsen sogar; aber hier nimmt eine andere Kraft, als Gegensatz zu der ersteren, Antheil an dem Streite. Die organischen Kräfte scheiden die Atome des kohlensauren Kalks nach einander aus den schäumenden Brechwogen und vereinigen sie zu einem symmetrischen Bau. Mag der Sturm die Masse in tausend große Trümmer zerbrechen, was will das heißen gegen die vereinigte Arbeit von Myriaden von Architekten, die Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr ein, arbeiten! Ein weicher und gelatinöser Körper eines Polypen

besiegt durch die Wirkung der Lebensgesetze die große mechanische Kraft der Wogen eines Oceans, denen weder die Kunst der Menschen, noch die leblosen Werke der Natur mit Erfolg widerstehen könnten."

Achtunddreißigster Brief.

Gleichgewicht des organischen Lebens.

„Es herrscht in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im Allgemeinen der vegetabilische Organismus bei Weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volumen dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraume, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio de Madeira füllt!" v. Humboldt S. 370.

In der organischen Schöpfung bestehen bestimmte nothwendige Verhältnisse der Verbreitung der einzelnen Formen. Ein mittleres Verhältniß, ein Gleichgewicht z. B. zwischen Pflanzen- und Thierarten. Jede Ueberschreitung des mittleren Verhältnisses führt eine Vernichtung des Ueberwiegenden nach sich, diese befördert das Ueberwiegen einer anderen Art, bis auch diese die äußerste Grenze überschritten hat und dem Gesetze theilweiser Vernichtung erliegt. So schwanken die Verbreitungsverhältnisse beständig um mittlere Werthe auf und ab. Diese mittleren Werthe werden aber bedingt durch Nahrung und Raum.

Ganz allgemein halten Pflanzen und Thiere sich im Gleichgewicht, und wenn Sie berücksichtigen, daß die Thiere aus der Luft vorzugsweise den Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure bilden, die Pflanzen dagegen vorzugsweise Kohlenstoff absorbiren und Sauerstoff ausathmen, so werden Sie schon hierin die Nothwendigkeit eines solchen Gleichgewichtes erkennen, abgesehen davon, daß eine große Zahl der Thiere auf Pflanzennahrung, die übrigen auf Pflanzenfresser als Nahrung angewiesen sind, und

daß dagegen die Pflanzen der durch den thierischen Organismus zersetzten Stoffe bedürfen, sei es nun, daß sie dieselben aus der Luft oder aus dem Boden aufnehmen. Genug, wir finden die wesentlichsten Bestandtheile der Organismen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, und ebenso die unwesentlichen Salze, in einem beständigen Kreislaufe durch die verschiedenartigsten organischen Formen und sich beständig unter neuen Verhältnissen mit einander verbindend, aber nie ihr gegenseitiges Verhältniß ändernd. — Das ist die Statik des organischen Lebens, der Kreislauf der Stoffe in demselben.

Diese Lehre vom Kreislauf der Stoffe hat neuerlich namentlich Moleschott[46]) sehr glücklich verfolgt und ausgeführt. Er sagt darüber: „Durch den Sauerstoff, den die Pflanze aushaucht, athmet das Thier; von der Kohlensäure, welche das Thier gegen Sauerstoff vertauscht, lebt die Pflanze. Die Reinigung der Luft durch die Pflanzen beruht auf der Entwickelung von Sauerstoff.

Man hat hin und wieder die Besorgniß ausgesprochen, als könnte nach Jahrhunderten, nach Jahrtausenden, eine Zeit hereinbrechen, in welcher die Pflanzenwelt der Erhaltung des thierischen Lebens nicht mehr genügte, weil es nicht mehr Bäume genug geben sollte, deren Blätterkrone die Lüfte reinigt. Die Menge des Sauerstoffs, welche die Pflanzen aus zersetzter Kohlensäure entwickeln, sollte zu klein sein, um das Athmungsbedürfniß des Menschen zu befriedigen. Man stellte sich also vor, die pflanzenfressenden Thiere würden nach und nach die Pflanzenwelt, die Fleischfresser die Pflanzenfresser aufzehren.

Keine Vorstellung erliegt rascher einer besonnenen Ueberlegung. Es ist eine der wichtigsten Folgerungen der Wägungen des Scheidekünstlers, daß kein Stofftheilchen verloren gehen kann, das innerhalb des Kreises der Anziehung unserer Erde gegeben ist. Die Menge des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs, des Schwefels und Phosphors, welche die organischen Stoffe der lebenden Naturkörper zusammensetzen, ist keinem Schwanken unterworfen. Nur die Vertheilung wechselt. Das Fortleben eines neugeborenen Thiers, eines Säuglings ist nicht denkbar, ohne daß es eine andauernde Ernährungsquelle der Pflanzen darstellt, durch die Kohlensäure, die von beiden ausgeathmet wird.

Die Verschiedenheit der Thier- und Pflanzenarten äußert sich weit weniger durch die Mengen des Stickstoffs, des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, des Sauerstoffs, Schwefels und Phosphors, die in den Einzelwesen der Arten vorkommen, als durch die verschiedenen Verhältnißzahlen, nach welchen jene Grundstoffe mit einander verbunden sind. Aber diese Verhältnißzahlen setzen als letzten Grund gewisse anorganische Stoffe voraus, Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, die bald durch ihr einfaches Vorhandensein, bald durch ihre Menge die eigenthümlichen Verbindungen der organischen Körper bedingen.

Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, und wie sie sonst heißen mögen, die anorganischen Stoffe, welche in das Leben von Pflanzen und Thieren artbedingend eingehen, sind nicht nur in mächtigen Schichten in der Erdrinde angehäuft, sie sind auch in reichen Vorrathskammern über der Erde aufgespeichert. Diese Vorrathskammern sind die Leiber von Pflanzen und Thieren; sie sind unerschöpflich, weil die Formen von Thier und Pflanze zerbrechlich sind.

Wir verbrennen einen Fichtenwald, und sehen an derselben Stelle später ein Kornfeld blühen. Unter Beihülfe der Asche der verbrannten Heidekräuter verwandeln wir Heide nach und nach in Ackerland. Das Kali, der Kalk, die Bittererde, die Phosphorsäure, welche in den Fichten und Heidekräutern vorhanden waren, bestimmen die Kohlensäure und das Ammoniak der Luft, den niederfallenden Regen zu neuen Verbindungen, sie paaren sich mit diesen zur Grundlage des Leibes von Nährpflanzen."

Der Masse nach überwiegen, wie es scheint, die Pflanzen, selbst wenn man die Bewohner des weiten Oceans einrechnet, die Thiere, aber dieses Ueberwiegen ist eben ein nothwendiges, da der Umbildungsproceß der Stoffe in den Pflanzen langsamer erfolgt, als in den Thieren.

Die Regelung aller dieser Verhältnisse ist bedingt durch die Art der Fortpflanzung, Ernährung und Lebensdauer der einzelnen Organismen.

Die Fortpflanzung der Pflanzen und Thiere erfolgt um so reichlicher, um so verschwenderischer, je mehr und je größere Hindernisse dem Aufkommen der Jungen im Wege stehen, oder man

muß diesen Satz vielleicht richtiger so ausdrücken: je reichlicher die Fortpflanzung erfolgt, desto mehr Feinde derselben sind zur Entwickelung gekommen; desto mehr Thiere haben sich an diese besondere Brut- oder Samenart als Nahrung gewöhnt.

Das Säugethier, dessen Nachkommen durch Größe und meist auch durch die Pflege der Aeltern gegen viele Feinde geschützt sind, bringt nur wenig und verhältnißmäßig selten Junge hervor. Bei vielen niederen Thieren dagegen steigt die Zahl der Fortpflanzung ins Unglaubliche, aber in derselben Weise nehmen auch die Feinde derselben zu. Die gewöhnliche Muschel unserer Teiche bringt in einem Jahre mehrere Millionen Eier zur Welt[21]; der Regenwurm soll in seinem Eierstocke 64 Millionen Eier haben; ein Infusionsthierchen kann sich nach Ehrenberg in einer Woche auf 13 Millionen vermehren, und eine andere Art besitzt, wie wir sahen, das Vermögen, sich alle Stunden zu theilen und so durch Theilung fortzupflanzen. Nach der zweiten Stunde sind es daher 4, nach der dritten 8, nach der vierten 16 u. s. w., bis schon nach 8 Tagen der Raum eines Erdballes erfüllt ist.

Der Bandwurm, dieses lästige Geschöpf, birgt in jedem seiner zahlreichen Glieder einen Eierstock mit unzähligen Eiern; diese gelangen durch die Excremente in die Außenwelt und vertheilen sich über unzählige Gegenstände. Millionen gehen verloren, aber wo auch nur ein einziges mit der Nahrung in einen krankhaft dazu disponirten Organismus gelangt, da entwickelt es sich, sei es im Menschen, im Hund oder im Schaf, zu dieser abscheulichen Plage, in z. Th. wesentlich verschiedener Gestalt.

Einzelne Thierarten, namentlich Insecten, nehmen zuweilen, wie Sie wissen, durch besondere klimatische oder andere Umstände begünstigt, in solchem Grade überhand, daß sie gewissen Pflanzenspecies, die ihnen als Nahrung dienen, mit Vernichtung drohen. So die Heuschrecken der Steppengegenden, gewisse Raupen (und Schmetterlinge) oder kleine Käfer, wie die den Nadelholzwäldern so gefährlichen Borken- und Rüsselkäfer. Die meisten dieser Thiere führen aber auch sogleich die natürlichen Feinde ihres Geschlechts im Gefolge nach sich, die, durch reichliches Futter begünstigt, schnell überhand nehmen und dann einen erfolgreichen Vernichtungskrieg führen, dem sie endlich selbst unterliegen, nachdem sie ihrer eignen Brut die Nahrung weggefressen haben.

Ein solcher Vorgang läßt sich z. B. sehr regelmäßig bei dem Auftreten der sogenannten Nonne, einer den Kieferwäldern sehr gefährlichen Raupe, verfolgen. In ihre Puppe legt eine Schlupfwespe (ein Ichneumon) ihre Eier, wodurch natürlich die Entwickelung des Schmetterlings verhindert wird, denn die kleinen Maden fressen ihn auf, ehe er auskriecht. Hat nun die Kiefernraupe sich einige Jahre stark vermehrt und ganze Waldstrecken abgefressen, dann ist sicher allemal auch eine große Vermehrung jener Schlupfwespen eingetreten, und diese vernichten durch ihre Brut alle Puppen; ist aber das geschehen, dann finden auch die Ichneumonen keine Puppen mehr für ihre Eier vor, sie müssen sie an ungeeigneten Orten ablegen, und nun kommt die Reihe der Vernichtung an sie.

Auf dieselbe oder auf ähnliche Weise wird in sehr vielen Fällen das Gleichgewicht der Organismen aufrecht erhalten. Selbst beim Menschen treten Hungerpest und Kampf als Folgen der Ueberwölkerung ein. Eines folgt immer nothwendig aus dem Anderen.

Neununddreißigster Brief.

Geographie der Pflanzen und Thiere.

„Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden."

v. Humboldt S. 373.

Die Geographie der Pflanzen und Thiere ist einer der Wissenschaftszweige, deren erste Ausbildung wir dem Verfasser des Kosmos verdanken. Er hat, den Andeutungen Tournefort's folgend, zuerst gezeigt, daß die zonenartige Vertheilung

der Pflanzen und Thiere vom Aequator nach den Polen zu sich wie die mittleren Temperaturen einigermaßen wiederholt beim Aufsteigen in hohe Gebirge.

Auf die Region der Bananen und Palmen folgen in der tropischen Andeskette, wie auf Teneriffa und in einem Theile des Himalaja, die Laubhölzer und Cerealien, dann die Nadelhölzer, Zwergbäume, Gräser, Moose und Flechten. Gerade so reihen sich die horizontalen Zonen gegen die Pole hin an einander; wenn auch die Pflanzenarten nicht genau dieselben sind, der Charakter der Vegetation ist in diesen sich nach ihrer Mitteltemperatur entsprechenden Höhen- und Breitenzonen ungefähr derselbe. Aber auch für die gleichartigen horizontalen Zonen unter sich besteht nur eine Uebereinstimmung des allgemeinen Charakters, nicht der einzelnen Arten. Man kann sehr leicht eine Menge tropische oder polare Thierformen unterscheiden von denen der gemäßigten Zonen, aber es sind andere Arten in Amerika, in Asien und in Afrika; andere an den Ost- und Westküsten der Continente; andere im Innern der Festländer, an ihren Küsten und auf den Inseln.

Ueberall mit den äußeren Lebensbedingungen ändern sich auch die organischen Formen, doch drückt die Temperatur als eine vorzugsweise wichtige Lebensbedingung gewisse durchgreifende, herrschende Charaktere auf. Im Affen, im Papagei und Crocodil, in der Palme und im Cactus, erkennen wir ohne Weiteres, ich möchte sagen durch lange Gewohnheit instinktartig, Resultate eines warmen Klima's.

Der Unterschied der Formen je nach Wärmezone und sonstiger Oertlichkeit steht offenbar im innigsten Zusammenhange mit der Entstehung der Arten, und stimmt ganz überein mit der Annahme allmäliger Entwickelung. Ueberall entstand das den örtlichen Verhältnissen Angemessene, verbreitete sich aber von dem Entstehungsorte weiter und weiter, soweit nur irgend die äußeren Verhältnisse es erlaubten.

Die Mittel der Weiterverbreitung organischer Formen sind oft ganz abenteuerlicher Natur. Wie das bewegliche Thier sich über eine Festlandoberfläche ausbreiten, der Vogel nicht allzu breite Meeresarme überfliegen, der Wasserbewohner durch Strömungen weit hin vertheilt werden kann, das liegt zu nahe, um

es noch einer besonderen Beachtung zu würdigen. Auch die Vertheilung leicht fliegender Pflanzensamen, wie der des Löwenzahns und der Silberpappel, durch Winde, ist leicht einzusehen, und man kann sich höchstens wundern, daß nicht längst die ganze Erde mit solchen Pflanzen bedeckt ist. Sie würde es vielleicht sein, diese Pflanzen würden die anderen unterdrücken, wenn nicht ihrer übermäßigen Verbreitung klimatische und andere Feinde entgegenständen.

Wie aber die weit vom Lande entlegenen Inseln bevölkert worden sein können, wenn man nicht annehmen darf, daß all' ihr Leben auf ihnen selbst entstand, das ist oft weit schwieriger zu erkennen und verdient eine genauere Untersuchung. Diese hat indessen gezeigt, daß auch hierbei Alles mit natürlichen Dingen — d. h. naturgesetzlich — zugeht. Vor Allem dürfen wir bei Beurtheilung des gegenwärtigen Zustandes nicht die mehr als tausendjährige Cultur des Menschen außer Acht lassen, der auf stolzem Fahrzeug nicht nur seine heimathlichen Pflanzen und Hausthiere weit hin über die Erde verbreitet, sondern auch unabsichtlich eine Menge lästiger Insecten und für ihn nutzloser Pflanzen (sogenannter Unkräuter) zu wahren Weltbürgern gemacht hat. Manche von diesen Geschöpfen heften sich unwiderstehlich an seine Fußtapfen, und das haben die Urbewohner Amerika's sehr treffend durch die Benennung einer Pflanze ausgedrückt, die den Europäer auf allen seinen Ansiedelungen in ihrem Vaterlande begleitet. Unser gemeines Wegebreit nennen sie, poetisch genug, „die Fußtapfen der Weißen".

Aber außer dem Menschen haben die Strömungen der Luft und des Meeres, der Wandertrieb der Thiere und selbst geologische Ereignisse: Hebungen oder Senkungen des Landes, Verbindung des früher Getrennten, oder Trennung des früher Verbundenen, zu der gegenwärtigen Vertheilung der Pflanzen und Thiere beigetragen.

Außerordentlich interessant ist in dieser Beziehung natürlich das vergleichende Studium der organischen Bevölkerung weit von jedem Festlande mitten im Meere gelegener Inseln, namentlich solcher, von denen sich eine verhältnißmäßig neue und selbstständige Entstehung voraussetzen läßt.

Charles Darwin[8]) hat von der organischen Bevölke-

rung der Keeling-Inseln und einiger ähnlicher Korallengebäude im indischen und stillen Meere eine so lehrreiche Schilderung geliefert, daß ich nicht umhin kann, Ihnen dieselbe hier einzuschalten.

„Die Naturgeschichte dieser Inseln, von der ich hier eine Skizze geben will, hat wegen ihrer Armuth ein besonderes Interesse. Der Kokosnußbaum scheint auf den ersten Anblick den ganzen Wald zu bilden; es giebt aber noch fünf oder sechs andere Baumarten. Eine von diesen wird sehr groß, ist aber wegen der ausnehmenden Weichheit des Holzes nutzlos; eine andere Art giebt gutes Schiffbauholz. Außer diesen Bäumen ist die Zahl der Pflanzen sehr beschränkt und unbedeutend. Meine Sammlung, die wohl die ganze Flora begreift, enthält zwanzig Arten, und außerdem noch ein Moos, eine Flechte und einen Pilz. Hierzu kommen noch zwei Bäume; der eine davon war nicht in Blüthe, und von dem anderen hörte ich nur sprechen. Er ist der einzige Baum seiner Art in der ganzen Inselgruppe und wächst nahe am Strande, wohin ohne Zweifel sein Same von den Wogen getragen wurde. In dieses Verzeichniß ist nicht eingeschlossen das Zuckerrohr, die Banane, einige andere Gemüsearten, Obstbäume und eingeführte Gräser. Da diese Inseln ganz aus Korallen bestehen, und früher wohl nur ein vom Meere bespültes Riff waren, so müssen alle jetzt hier lebenden Producte von den Wellen der See herbeigeführt worden sein. In Uebereinstimmung hiermit hat diese Flora ganz den Charakter eines Zufluchtsortes für Heimathlose; ich höre vom Professor Henslow, daß von den zwanzig Arten neunzehn zu verschiedenen Gattungen gehören, und diese zu nicht weniger als sechszehn verschiedenen Ordnungen!

In Holman's Reisen (Vol. II. p. 378) wird auf die Autorität von Mr. A. C. Keating, der zwölf Monate auf diesen Inseln verweilte, von vielen Samen und anderen Körpern erzählt, die an's Ufer gewaschen wurden. „Samen und Pflanzen von Sumatra und Java sind mit der Brandung auf die Windseite der Inseln geworfen worden. Unter diesen befanden sich der Kimiri, einheimisch auf Sumatra und der Halbinsel von Malacca; die Kokosnuß von Balci, kenntlich durch ihre Gestalt und Größe; die Dadaß, die von den Malayen mit

der Pfefferrebe gepflanzt wird, indem die letztere sich um ihren Stamm windet und sich durch ihre Stacheln unterstützt; der Seifenbaum, die Ricinusölpflanze; Stämme von der Sagopalme und verschiedene Arten von Samen, die den auf den Inseln angesessenen Malayen unbekannt waren. Von allen nimmt man an, daß sie durch den Nordwest-Monsun nach der Küste von Neuholland, und von dort durch den Südost-Passat auf diese Inseln getrieben wurden. Große Massen von dem Thekabaum von der Insel Java und Gelbholz sind auch gefunden worden, außerdem große Stämme von rother und weißer Ceder und des Eucalyptus von Neuholland, und zwar in vollkommen gesunder Beschaffenheit. Alle dauerhaften Samen, wie die der Schlingpflanzen, behalten ihre Keimkraft, aber die weicheren Arten, unter denen sich der Mangostin befindet, werden auf dem Wege zerstört. Fischkähne, dem Anschein nach von Java, sind bisweilen an's Ufer geschwemmt worden." Die Samen, die also aus verschiedenen Ländern über den Ocean getrieben werden, sind darum sehr zahlreich. Professor Henslow glaubt, daß fast alle Pflanzen, die ich von dieser Insel gebracht habe, gewöhnliche Uferpflanzen von dem ostindischen Archipelagus sind. Nach der Richtung der Winde und Strömungen scheint es indessen kaum möglich, daß sie in einer geraden Linie von dort gekommen sind. Wenn sie, wie Mr. Keating mit Wahrscheinlichkeit vermuthet, zuerst nach der Küste von Neuholland und von dort zurückgetrieben worden sind, zusammen mit den Producten dieses Landes, so müssen die Samen vor ihrem Keimen zwischen 1800 und 2400 engl. Meilen weit getrieben worden sein.

Chamisso sagt in seiner Beschreibung der Radackgruppe, die in dem mittleren Theil des westlichen Stillen Oceans liegt, daß „das Meer diesen Inseln die Samen und Früchte von manchen Bäumen bringt, von denen die meisten noch nicht hier gewachsen sind. Aber der größte Theil dieser Samen scheint noch nicht seine Keimfähigkeit verloren zu haben." Es wird auch gesagt, daß Stämme von nördlichen Fichten an's Ufer gewaschen werden, die von einer ungeheuren Entfernung hergekommen sein müssen. Diese Thatsachen sind sehr interessant. Es kann nicht bezweifelt werden, daß, wenn Landvögel die Samen aufpickten, wenn sie zuerst an's Ufer geworfen würden, und auf einen für

ihr Wachsthum angemesseneren Boden trügen, als diese lockeren Korallenblöcke, so würde diese Insel trotz ihrer Abgeschlossenheit bald eine reichere Flora besitzen.

Das Verzeichniß von Landthieren ist noch ärmer, als das der Pflanzen. Einige von den Inseln sind von Ratten bewohnt, und man kennt ihren Ursprung von einem Schiffe von Mauritius, das hier Schiffbruch litt. Diese Ratten sind etwas verschieden von der englischen Art; sie sind kleiner und heller gefärbt (wahrscheinlich in Folge veränderten Wohnortes). Es giebt keine wirklichen Landvögel; denn eine Schnepfe und eine Ralle (Rallus phillippensis), obgleich sie ganz unter dem trockenen Gesträuch leben, gehören zu der Ordnung der Sumpfvögel. Vögel dieser Ordnung sollen auf mehreren der niedrigen Inseln des Stillen Oceans vorkommen. In Ascension wurde ein Wasserhuhn (Porphyrio simplex) nahe an dem Gipfel des Berges geschossen, und es war offenbar ein einsamer Herumzügler. Ich glaube hiernach, daß die Sumpfvögel die ersten Ansiedler auf jedem Lande nach den zahllosen, mit Schwimmfüßen versehenen Arten sind. Wo ich nur Vögel weit aus im Meere bemerkte, die keine Seevögel waren, gehörten sie immer zu dieser Ordnung: und darum müssen sie natürlicher Weise die ersten Ansiedler eines entfernten Landes bilden.

Von Reptilien sah ich nur eine kleine Eidechse. Von Insecten sammelte ich sorgfältig jede Art. Ausschließlich der Spinnen, die zahlreich waren, gab es dreizehn Arten. Diese gehörten zu den folgenden Ordnungen: Coleoptera, eine Art eines kleinen Flater; Orthoptera, eine Gryllus und Blatta; Hemiptera eine; Homoptera zwei; Neuroptera, eine Chrisopa; Hymenoptera, zwei Ameisenarten; Lepidoptera Nocturna, eine Diopäa und ein Pterophorus (?); Diptera zwei. Eine kleine Art Ameise schwärmte bei Tausenden unter den lockeren, trockenen Korallenblöcken, und war das einzige häufige wahre Insect. Obgleich die Landproducte solchergestalt sparsam sind, so war doch die Zahl der lebenden Wesen in dem umgebenden Meere fast unendlich.

Chamisso hat die Naturgeschichte von Romanzoff beschrieben, einer Laguneninsel in der Radackgruppe. Die Zahl und Art der Producte ist fast ganz dieselbe, wie auf den Kee-

ling-Inseln. Es wurde eine kleine Eidechse gesehen; Sumpfvögel (Numenius und Scolopax) waren zahlreich und sehr zahm. Von Pflanzen fand er neunzehn Arten, mit Einschluß eines Farrenkrauts, und einige von diesen waren dieselben Arten, wie die, welche ich hier sammelte, obgleich die Insel in einem verschiedenen Ocean gelegen ist.

Diese Streifen von Land sind nur bis zu der Höhe erhoben, bis zu welcher die Brandung Trümmer werfen und der Wind Sand aufhäufen kann. Sie werden dadurch beschützt, daß das Riff nach Außen und seitwärts wächst, und auf diese Weise die Wogen bricht. Der Anblick und die Beschaffenheit dieser Inselchen bringen unserem Geist den Gedanken auf, daß das Land und der Ocean sich hier um die Herrschaft streiten: obgleich das Festland einen Boden gewonnen hat, so halten die Bewohner des anderen Elementes ihre Ansprüche für wenigstens eben so gegründet. In jedem Theile begegnet man Einsiedlerkrebsen von mehr als einer Art, die auf ihrem Rücken die Schneckenhäuser tragen, die sie auf dem benachbarten Strande gestohlen haben. Ueber unserem Kopfe sind die Bäume von Fregattvögeln und Seeschwalben bedeckt, Alles ist voll von Nestern, und selbst die Atmosphäre hat davon einen eigenthümlichen Geruch. Die Tölpel sehen von ihren kunstlosen Nestern auf den Eindringling mit einer dummen und doch bösen Miene herab. Diese Vögel sind, wie ihr Name ausdrückt, dumme kleine Geschöpfe. Aber es giebt hier auch einen lieblichen Vogel, dies ist eine kleine, schneeweiße Seeschwalbe, die auf Armeslänge sanft vor uns auf- und niederwiegt, und mit ihrem großen, schwarzen Auge uns ruhig anblickt. Es gehört nicht viel dazu, sich einzubilden, daß ein so leichter und zierlicher Körper von irgend einem herumwandernden Elfen bewohnt sei."

Sie sehen, dergleichen Inseln enthalten im Vergleich zu den großen, vielgegliederten Festländern nur eine sehr unvollständige Flora und Fauna, nur vereinzelte Arten. Sie gleichen der Sammlung eines Anfängers, der sich erst wenige Species verschaffen konnte und noch viele Lücken im System beklagt. Was sich auf ihnen zusammengefunden hat von Pflanzen und Thieren, ist bedingt durch die Fähigkeit, eine so große Reise ohne Verlust der Lebenskraft zurücklegen zu können. Aber Man-

ches scheint sich doch schon den neuen Verhältnissen entsprechend specifisch neu entwickelt zu haben, wie jener Kokosnüsse fressende Krebs (S. 318).

Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung auch die Bevölkerung der Galopagosinseln, die eine kleine Welt für sich zu bilden scheint. Die Thiere, die hier leben, lassen sich trotz ihrer specifischen Abweichung zum Theil noch auf Bewohner Amerika's zurückführen, aber alle haben sie den neuen Lebensverhältnissen entsprechende Gewohnheiten und Lebensformen angenommen.

Als Säugethiere sind nur eine große Maus (Mus Galopagoensis) und eine Ratte zu nennen, welche letztere vermuthlich von der englischen abstammt, aber von ihr abweicht.

Darwin fand 26 Arten Landvögel, mit Ausnahme einer einzigen alle neu, und nur diesem Theile der Welt angehörig, aber mit amerikanischen Arten verwandt. Weniger abweichend sind die Sumpf- und Wasservögel. Die einzige Mövenart dieser Inseln ist jedoch ganz neu.

Die Abtheilung der Reptilien ist nicht durch viele Arten, aber durch sehr zahlreiche Individuen vertreten. Es giebt mehr als eine Art Meerschildkröten, einige Landschildkröten, vier Arten Eidechsen, von denen drei viel im Meere leben, wie die Saurier der Vorwelt, und eben so viele Arten Schlangen.

Die Landeidechse (Amblyrhynchus subcristatus Gr.) ist merkwürdiger Weise auf die centralen Inseln des Archipelagus beschränkt, und es scheint deshalb beinahe, als wenn diese Art im Mittelpunkte des Archipelagus entstanden sei, und sich von da bis jetzt erst nur auf eine gewisse Entfernung über die nächsten Inseln verbreitet habe.

Frösche und Kröten fehlen ganz, vielleicht weil ihre Eier zu weich sind, um vom Meere unbeschädigt transportirt zu werden. Auch Insecten sind nur sehr wenig vorhanden, und sie tragen mehr einen europäischen, als einen tropischen Charakter zur Schau. Sie werden, wie es scheint, vertreten durch eine große Zahl von Landmuscheln und Schnecken, was sehr ähnlich auf den Sandwichinseln der Fall ist. Sie sind ganz auf diesen Archipelagus beschränkt. Darwin schließt seine Bemerkungen mit den Worten: „Die angeführten Thatsachen beweisen zur Genüge, daß mit Ausnahme einiger weniger Wanderthiere

fast alle, und, wie ich glaube, auch die Pflanzen und die meisten Wasserthiere dem Archipelagus eigenthümlich sind und, so wunderbar auch die Thatsache ist, in keinem anderen Theile der Welt gefunden werden. Nichts desto weniger haben sie fast alle viel vom amerikanischen Typus. Jemand, der mit den Vögeln von Chile und dem La Plata bekannt ist, könnte sich nicht auf diese Inseln versetzen, ohne sich überzeugt zu halten, daß er, was die organische Welt betrifft, auf amerikanischem Boden stehe. Diese Aehnlichkeit im Typus zwischen entlegenen Inseln und Continenten, während die Arten verschieden sind, ist kaum je hinreichend beachtet worden. Nach den Ansichten einiger Naturforscher könnte man den Umstand dadurch erklären, daß man sagte, die Schöpfungskraft sei über einen großen Erdraum nach denselben Gesetzen thätig gewesen." Man könnte wohl auch sagen: die Gesetze der Natur sind überall dieselben, nur die Umstände, unter denen sie wirken, sind verschieden, und wenn auf den Galopagos amerikanische Grundformen etwas verändert auftreten, so spricht das nur für eine gemeinsame Abstammung, aber ungleiche Fortentwickelung unter verschiedenen Umständen, also für die Entwickelungstheorie — und für diese Ansicht sprechen insbesondere noch einige weitere Bemerkungen Darwin's, nach welchen die Pflanzen und Thierformen selbst auf den einzelnen Inseln der Galopagos verschieden sind, und nach welchen die Vögel, deren nahe verwandte Formen in Amerika sehr schüchtern sind, hier, wie alle Thiere, wegen Mangel an Feinden in einen merkwürdigen Zustand der Zahmheit übergegangen sind, in einen Zustand, der sich auf den Falklandsinseln ganz ähnlich zeigt, aber bereits im Abnehmen begriffen ist, seit diese Inseln häufiger besucht und bewohnt werden, und der nur von den Wandervögeln, die ihre durch Generationen angesammelten Erfahrungen überall stets auf's Neue mit hinbringen, nicht getheilt wird, und nie getheilt wurde. Der schwarze Schwan wurde auf den Falklandsinseln von jeher eben so scheu gefunden, als irgendwo.

Die allmälige Entwickelung und erbliche Uebertragung des Instinktes, die wir so vielfach bei unseren Hausthieren beobachten können, wird hierdurch bei den Thieren im wilden Zustande eben so deutlich, als die Möglichkeit eines erblichen Vergessens, und dadurch Verschwindens instinktartiger Vorsicht vor

bestimmten Gegenständen, wie der Mensch oder gewisse Raubthiere sind.

Doch ich kehre zurück zu der Vertheilung der Pflanzen und Thiere in Zonen. Es ist, wie gesagt, unzweifelhaft, daß die Wärmeverhältnisse der Erdoberfläche die Haupturſachen ungleicher Vertheilung sind, aber nicht die einzigen. Daher kommt es, daß die Verbreitung gewisser Pflanzen und Thiere oder ganzer Abtheilungen derselben ungefähr, aber nicht genau, den Temperaturlinien folgt, und zwar bald mehr den Isothermen, bald mehr den Isotheren oder Isochimenen, oder mittleren Werthen aus allen dreien. Unverkennbar üben aber auch eine unbestimmte Zahl anderer physikalischer Verhältnisse einen Einfluß auf die Vertheilung und Verbreitung der organischen Formen, und nicht alle sind sie so deutlich nachweisbar, wie etwa die Oberflächenform, die Vertheilung von Land und Wasser, die örtlichen Regenmengen, die Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre, die Bodenbeschaffenheit, die herrschenden Winde, der Luftdruck u. s. w. — Solche Ursachen, sowie die Entwickelung und Ausbreitung um bestimmte Ausgangspunkte, welche eben durch ihre besonderen Verhältnisse die Ursachen neuer Formen wurden, sind es offenbar, welche der ungleichen Vertheilung der Thiere und Pflanzen zu Grunde liegen.

E. Forbes[47]) suchte die Frage: hat jedes Genus, hat jede Species ein Verbreitungscentrum? dahin zu beantworten: Sofern alle Individuen einer Species von einerlei Aeltern abstammen, müssen sie von einem Mittelpunkte des Raumes ausgegangen sein und wir sehen sie eine gewisse Verbreitungsfläche — area — einnehmen. Ueberall, wo eine Art auf mehreren Verbreitungsflächen aufzutreten scheint, sind es nur Theile einer Fläche. Ebenso verhält es sich mit den Geschlechtern. Auch die natürlichen Genera nehmen nur eine räumliche, wie eine zeitliche Area ein, und wo sie mehrere einzunehmen scheinen, sind diese nur Theile einer gemeinsamen Fläche oder Periode. Nun entsteht aber noch die Frage, ob diese Areae der Genera auch Mittelpunkte haben? Wenn man alle Arten eines natürlichen Genus in ihren Verbreitungsbezirken auf eine Karte einträgt, so findet man, daß sie sich irgendwo im Maximum anhäufen und von diesem Punkte der räumlichen Area aus ringsum an Zahl ab-

nehmen. Agassiz hat bekanntlich eine Tafel entworfen, auf welche er die fossilen Fischabtheilungen nach der Zeit ihres Auftretens auf der Erde eingetragen hat. Dabei hat sich ebenfalls ergeben, daß die Genera, die Familien und selbst die Ordnungen jedesmal nur einer bestimmten Zeit-Area angehören, in der sie mit wenigen Arten beginnen, an Zahl zunehmen, ein Maximum erreichen und wieder mit wenigen Arten aufhören. Aehnliches hat sich für die Kerbthiere ergeben.

Sehr interessant sind in dieser Beziehung auch die Untersuchungen, welche H. Hoffmann[48]) in Gießen über den trockenen und nassen Weg der Pflanzenwanderung, die Schwimmfähigkeit und Keimfähigkeit der Samen angestellt hat. Derselbe ist dadurch zu der Ansicht gelangt, daß die Verbreitung der Pflanzenspecies vorherrschend durch das Wasser vermittelt worden sei.

Gewisse Formen sind zur Zeit noch auf verhältnißmäßig sehr kleine Oberflächenräume beschränkt, wie z. B. die auf Neuholland und auf den Galopagos herrschenden; aber wir können nicht wissen, ob sie nicht fähig sind, mit kleinen Modificationen einst eine sehr große Verbreitung zu finden. Andere zeigen sich schon jetzt, und zwar, wie es scheint, ohne Zuthun des Menschen, in sehr vielen Erdtheilen verbreitet. So kennt man z. B. unser gemeines Gänseblümchen oder Maßliebchen in Nordasien, in einigen Gegenden Afrika's, in Südamerika und in Australien, und überall, wo es ist, steigt es von dem Meeresniveau bis zur ewigen Schneegrenze auf, eine heimische Erinnerung für jeden Reisenden. Ebenso findet sich ein Thier ganz ähnlich unserem Ameisenlöwen in Neuholland wieder, und diese sonderbare Larve fängt dort genau auf dieselbe Weise ihre Beute, indem sie trichterförmige Löcher in den feinen Sand wühlt. Wie beschränkt ist dagegen bis jetzt noch die Verbreitung des Theestrauches oder des Chinarindenbaumes! des Schnabelthieres oder selbst der Giraffe!

Sehr sonderbar ist die Verbreitung des großen Geschlechtes der Haide (Erica). In der ganzen alten Welt sind diese Pflanzen nicht nur heimisch, sondern sehr häufig. In ganz Amerika und in Australien fehlen sie dagegen gänzlich. Während aber im südlichen Afrika stets viele Arten Haide neben einander wach-

sen, und nie viele Individuen derselben Art; finden Sie im Norden Europa's und bis nach Lappland beinahe nur eine Art, diese aber in unzähligen Individuen gesellig neben einander, was bei uns die Veranlassung gegeben hat, ärmliche Waldstrecken „Haiden" zu nennen.

Ich kann Ihnen für das Studium der Verbreitung einzelner Pflanzen- und Thierarten, oder ganzer Abtheilungen wieder nichts mehr empfehlen, als Berghaus' physikalischen Atlas, für die Art ihrer Gruppirung aber Kitlitz Vegetationsansichten. Eine treffliche Schilderung der Pflanzenverbreitung lieferte Schleiden in seinem Buch über die Pflanze.[10]) Hier eine Stelle aus derselben.

„Wenn wir von den schneebedeckten Eisflächen des höchsten Nordens, wo nur noch die rothe Schneealge an eine pflanzliche Organisation erinnert, uns nach Süden wenden, so breitet sich vor uns zunächst ein Gürtel aus, in welchem Moose oder Flechten den Boden bedecken, und eine eigenthümliche Vegetation niedriger mit unterirdischen Stengeln perennirender, meist groß- und schönblumiger Kräuter, die sogenannten Alpenpflanzen, der Natur einen eigenthümlichen Charakter verleihen. Fast sämmtliche Pflanzen bilden kleine, flache, vereinzelte Polster; Pyrola, Andromeda, Pedicularis, Löffelkraut, Mohne, Hahnenfuß und andere sind charakteristische Gattungen für diese Flora, in der kein Baum, kein Strauch gedeiht. — Verlassen wir diese Region, die von den Botanikern das Reich der Moose und Sarifragen, oder nach einem der Gründer der Pflanzengeographie Wahlenberg's Reich genannt ist, und gehen mehr nach Süden, so zeigen sich anfänglich kleine niedrige Gebüsche von Birken, dann mehr zusammenhängende Wälder, zu denen sich Kiefern und andere Nadelhölzer hinzugesellen, und wir befinden uns endlich in einem zweiten größeren Vegetationsgürtel, der sich dadurch charakterisirt, daß alle Wälder der Ebene fast ausschließlich aus Nadelhölzern gebildet sind, die daher der Flora einen eigenthümlichen Charakter aufprägen, Kiefern und Fichten, Zürbeln und Lärchen bilden große und ausgedehnte Waldmassen, an Bächen und auf feuchtem Boden finden sich Weiden und Erlen ein. Auf dürren Hügeln wächst die Rennthierflechte

und das isländische Moos. In der Preißelbeere, Multebeere, Johannisbeere und anderen bietet schon freiwillig die Natur, wenn auch spärliche Nahrungsmittel, und eine reiche Flor bunter Blumen dient zur Verzierung der Zone, die sich in Skandinavien bis an die Nordgrenze des Weizenbaues, in Rußland und Asien aber fast bis Kasan und Jakutzk erstreckt. Wir wollen sie die Zone der Nadelhölzer nennen. — Schon in Drontheims Umgebungen fängt, wenn auch noch spärlich, der Obstbau an, bald tritt die kraftvolle Eiche auf, mit etwas zu weit getriebener poetischer Freiheit „die Deutsche" genannt; Schonen, Seeland, Schleswig und Holstein nähren die prachtvollsten Buchenwälder. Etwa in der Breite von Frankfurt a. M. gesellt sich noch ein Baum hinzu, der sich durch seine kühne, malerische Veräftelung der Eiche an die Seite stellt, die er durch die Pracht seines Laubes, sowie durch den Nutzen seiner Früchte weit übertrifft, die edle Kastanie nämlich. Pyrenäen, Alpen und Kaukasus bilden die Südgrenze dieser Zone, in welcher mehr nach Osten die Linde und Ulme in so reichlichem Maße zur Waldbildung beitragen, daß erstere selbst den Verwüstungen widersteht, welche die Esthen zur Anfertigung ihrer Lindenbastschuhe anrichten. In dem Hopfen, Epheu und der Waldrebe finden sich hier die ersten Repräsentanten tropischer Schlingpflanzen ein. Mit dem düsteren Schatten der Wälder wechselt das lachende Grün der Wiesen, und der Mensch hat sich in Besitz der Erde gesetzt, die wilde Vegetation bis auf das Nothwendigste für Holz- und Heubedarf beschränkend, und reiche Saaten lohnen seinem Fleiß. — Wir verlassen diese Zone der sommergrünen Laubhölzer, um die Felsenmauer der Alpen zu übersteigen, wodurch eine weise Vorsehung den Deutschen gegen Süden beschränkt hat, die er vorwitzig überstieg, um aus dem sinnlichen und verderbten Süden seinem Volke unendliches Elend und Jahrhunderte durch zehrendes Siechthum zu holen. Hier treten plötzlich ganz andere Pflanzenformen auf; an die großen Wälder aus Laubhölzern, deren lederartige, glänzende Blätter den leichten Winter überdauern, um deren mächtige Stämme sich die Reben und feuerfarbigen Bignonien schlingen, schließen sich ähnliche Gebüsche von Myrte, Tinus, Erdbeerbäumen und Pistacien gebildet. Hin und wieder findet sich

die Zwergpalme ein, Labiaten und kreuzblüthige, und schönblühende Cistrosen ersetzen im Sommer die Frühlingsflor duftender Hyacinthen und Narcissen, aber selten noch, in günstigsten Lagen, erfreut sich das vom Glanz der immergrünen Blätter, oder von dem grellen Farbenspiel nackter, zackiger Gebirgszüge geblendete Auge des milden Schimmers grünender Wiesen. Dafür hat sich der Mensch in diesem Gürtel immergrünender Laubhölzer der Frucht der Hesperiden bemächtigt. Es ist

„Das Land, wo die Citronen blühn,
Im dunkeln Laub die Goldorangen glühn."

Aber weiter, immer weiter strebt das unersättliche Geschlecht des Japetus, keine Sage vom afrikanischen Wüstensande, keine Todesnachricht von den vielen kühnen Reisenden, die ausgingen, die Quellen des Nigers zu suchen, schreckt ihn zurück; an der Westküste Afrika's, auf den canarischen Inseln findet er zwar nicht mehr den riesenmäßigen Hund, nach welchem, wie Plinius berichtet, die Hundsinseln benannt sind, aber Flora baut ihm die reichsten Schätze, welche sie mit Hülfe der tropischen Sonne dem von Meeresdünsten durchfeuchteten Boden zu entlocken vermag. Um Sycomoren schlingen sich mächtige Cissusstämme, Capern und Bauhinien durchflechten die Gebüsche von balsamreichen Sträuchern gebildet. Schlank erhebt sich die Dattelpalme, und zu riesigen Holzmassen erwächst der Baobab. Die wunderlichen cactusähnlichen Formen blattloser Wolfsmilcharten, durch ihre giftige oder wohlschmeckende süße Milch ausgezeichnet, verrathen eine eigenthümliche Bildungskraft in der Natur, und der Drachenbaum in den Gärten von Orotava auf Teneriffa, eine riesige baumartige Lilienpflanze, erzählt dem sinnigen Lauscher die Sagen von vielen Jahrtausenden.

Sechs Vegetationsgürtel sind wir so durchzogen, in denen die allmälig steigende Temperatur des Klimas eine immer andere, eine üppigere Vegetation hervorrief, und wir beschließen unsere Wanderung, indem wir nach kurzer Rast unter jenen fünftausendjährigen Dracänen den Pic von Teyde ersteigen. Am flachen Fuße desselben hat der Mensch vom Boden Besitz genommen und die ursprüngliche Vegetation verdrängt. Durch

Weinberge und Maisfelder steigen wir aufwärts, bis uns die Schatten immergrüner Lorbeeren umfangen. Seidelbastarten und ähnliche Pflanzen schließen sich an, wir durchwandern eine Zeit lang einen Gürtel immergrüner Laubhölzer. Auf einer Höhe von 4000 Fuß verlieren sich die Pflanzen, die uns bis dahin begleitet haben. Nur eine geringe Anzahl eigenthümlicher Gewächse deutet uns eine schnell durchschrittene Zone sommergrüner Laubhölzer an, und wir sind umgeben von den harzigen Stämmen der canarischen Kiefer. Ein Gürtel der Nadelhölzer schützt uns gegen die Sonnenstrahlen bis zu einer Höhe von 6000 Fuß, dann wird die Vegetation plötzlich niedrig, durch niedriges Gebüsch geht sie über in eine Flor, welche ganz den Charakter der Alpenkräuter trägt, bis zuletzt nackter Fels jedem organischen Leben eine Schranke setzt, und nur deshalb kein Schnee und Eis die Spitze des Berges bedeckt, weil seine Höhe von 11,430 Fuß bei einer dem Wendekreis so nahen Lage nicht bis in die Region des ewigen Schnees hinaufreicht. Den weiten Weg von Spitzbergen bis zu den Canaren, eine Ausdehnung von mehr als 50 Breitengraden, haben wir, wenn wir ihn nach den Vegetationsgrenzen beurtheilen, hier aufwärtssteigend in wenigen Stunden zurückgemessen."

Doch ich habe vielleicht schon zu lange verweilt bei den Pflanzen, diesem Schmuck der Erde (und wie schmucklos für unser Auge muß durch ihren Mangel der Mond sein), dessen Einfluß auf das menschliche Gemüth der Verfasser des Kosmos erst im zweiten Theile zur vollen Anschauung bringt. Lassen Sie uns jetzt zu der höchsten Stufe organischer Entwickelung übergehen — zu dem Menschen.

Vierzigſter Brief.

Der Menſch.

„Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen ſtrebe, unvollſtändig bleiben, wenn ich hier nicht den Muth hätte, das Menſchengeſchlecht in ſeinen phyſiſchen Abſtufungen, in der geographiſchen Verbreitung ſeiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechſelſeitig, wenngleich ſchwächer, auf ſie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu ſchildern. Abhängig, wenngleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, vom Boden und den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes, den Naturgewalten durch Geiſtesthätigkeit und ſtufenweiſe erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare, ſich allen Klimaten aneignende Biegſamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geſchlecht weſentlich Theil an dem ganzen Erdenleben."

v. Humboldt S. 378.

Dem Menſchen iſt das am intereſſanteſten, was ihm am nächſten ſteht. Einem natürlichen Gefühle folgend, beginnt man darum den naturhiſtoriſchen Unterricht in früher Jugend am beſten mit dem Menſchen ſelbſt, daran die größeren ihn zunächſt umgebenden Thiere anſchließend, und ſo durch immer niedere Stufen der Organiſation bis zum Mineralreiche hinabſteigend. Wollte man dem Kinde zuerſt von den Steinarten erzählen, die das Innere der Erde birgt, ſo würde es ſchwer ſein, ſeine Aufmerkſamkeit zu feſſeln, während ihm Belehrungen über ſeine eigene Organiſation oder über die täglich geſehenen Thierſpecies ſogleich ſehr wichtig und anziehend erſcheinen.

Für die ernſteren Studien des Jünglings dagegen iſt der umgekehrte Weg der richtigere, welcher von dem Einfacheren zu dem Zuſammengeſetzteren, von dem Niederen zu immer Höherem aufſteigt, und ſomit der geſchichtlichen Entwickelung folgt.

So geſchieht es nun, daß gewöhnlich der Studienweg durch das Reich der Natur gewiſſermaßen zwei Mal zurückgelegt wird,

hin und zurück. Und wie man die Schönheiten eines Thales nur dann vollständig auffaßt, wenn man es auf- und abwärts durchwandert, so ist es auch mit dem Studium der Natur. Bei der ersten Wanderung giebt man sich nur allgemeinen Eindrücken, dem Bewundern und Staunen hin. Auf dem Rückwege wird Alles gründlich durchforscht, und nun liegt der Genuß in den Einzelnheiten, in dem Auffinden von Ursache und Wirkung, in dem Auffinden allgemeinen Zusammenhanges.

Wir wenden also jetzt unsere Aufmerksamkeit uns selbst zu, dem Menschen, der sich stolz „Beherrscher der Erde" nennt.

Ob es mehrere Arten Menschen gebe oder nur verschiedene Formen derselben Art? Das ist eine Frage, welche sich uns aufdrängt, wenn wir die große körperliche und geistige Verschiedenheit der Menschenstämme ins Auge fassen. Welche Umstände hierüber sicher entscheiden können, ist kaum zu bestimmen, und deshalb die Frage nie absolut zu beantworten. Die Gleichheit oder Ungleichheit der Abstammung von einem oder von mehreren Paaren kann nicht historisch erwiesen, sondern nur aus den factischen Zuständen gefolgert werden, denn historische Traditionen gelten dem Naturforscher als solchem nicht als Beweise. Der Knochenbau ist bei den verschiedenen Menschenstämmen zuweilen ungleicher, als bei Pferd und Esel, die alle Zoologen als verschiedene Arten anerkennen. Die Ungleichheit äußerer Form, Größe und Farbe ist dagegen bei den Hunden, die man doch alle als zu einer Art gehörig betrachtet, noch bedeutender als beim Menschen. Sprache und Sitten ändern sich, und ihre Verwandtschaft oder gegenseitige Unabhängigkeit bleibt oft zweifelhaft.

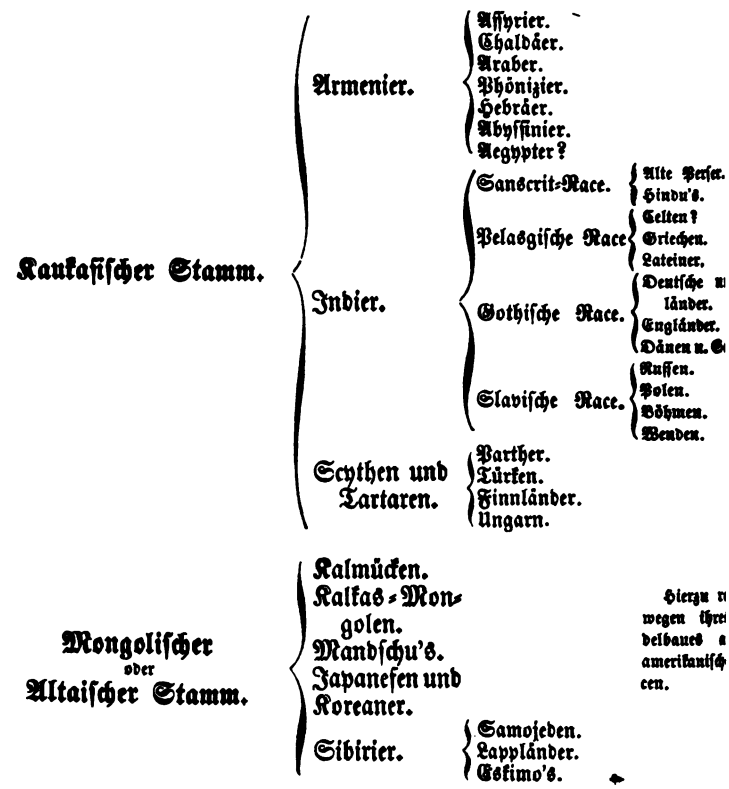
v. Humboldt entscheidet sich für die Einheit des Menschengeschlechtes, und zwar wegen der vielen Mittelstufen, wodurch die extremen Typen mit einander verbunden sind, die man außerdem allerdings als gesonderte Arten zu betrachten würde berechtigt sein.

Lassen Sie uns zunächst einen Blick auf die verschiedenen Eintheilungen des Menschengeschlechtes werfen, welche man versucht hat. Ich will Sie nicht damit ermüden, Ihnen alle aufzuzählen, aber die wichtigeren müssen Sie mir gestatten, Ihnen vorzuführen.

Blumenbach theilte die Menſchenſpecies in 5 große Varie von denen er die kaukaſiſche als die urſprüngliche betrachtete. Seine theilung iſt folgende:

Kaukaſier.
Malayen. Amerikaner.
Aethiopier. Mongolen.

Cuvier führte alle Zweige des Menſchengeſchlechtes auf drei H ſtämme zurück. Seine Eintheilung iſt folgende:



Fiſcher giebt in ſeiner Synopsis mammalium nachſtehende Eintheilung:

Japetiſche Race.	Caucaſicus.	Caucaſicus.	Georgier u. ſ. w.
		Pelagicus.	Griechen, Römer u. ſ. w.
		Celticus.	Gallier, Schotten, Bretagner.
		Germanicus.	Deutſche, Engländer, Dänen.
		Slavonicus.	Böhmen, Polen, Lithauer u. ſ. w.
	Arabicus.	Atlanticus.	Phönizier, Numidier Guanchen.
		Adamicus.	Abyſſinier, alte Aegypter, Juden, Armenier, Araber.
	Indicus.	Hindu's.	
Malayiſche Race.	Occidentalis.	Neuſeeländer, Geſellſchafts-, Freundſchafts-, Sandwich-Inſulaner. Alte Peruaner. Mexikaner?	
	Papuenſis.	Papu's. Neu-Guinea, Waigui u. ſ. w.	
Scythiſche Race. (Kalmücken, Mongolen.)	Sinicus.	China, Korea, Japan, Tonkin.	
	Hyperboreus.	Grönländer, Lappländer, Oſtiäken, Eskimo's.	
Amerikaniſche Race.	Patagonus.	Patagonier.	
Columbiſche Race.	Eingeborene von Nordamerika, dem öſtlichen Mexiko, den Antillen u. ſ. w.		
Aethiopiſche Race.	Caffer.	Süd-Afrika, zwiſchen 20° und 42° ſüdl. Br. u. die Küſten von Madagaskar.	
	Melanoides.	Madagaskar, Küſten von Neu-Guinea, Neu-England, Buka, Fidſchi-Inſeln, Vandiemens-Land. Papu's, Madekaſſen.	
	Hottentottus.	Am Vorgebirge der guten Hoffnung.	
Polyneſiſche Race.	Alforeſen, Auſtralier. Bewohner der Molukken und Philippinen. Virzimbern von Madagaskar.		

Leſſon hat zwei Eintheilungen der Menſchenſtämme verſucht, letzte in ſeinem Werke Species des Mammifères iſt dieſe:

Weiße Race.	Araber.	1) Araber.	
		2) Hebräer.	
	Kaukaſier.	3) Kaukaſier.	
		4) Griechen.	
		5) Türken und Tartaren.	
	Celten.	6) Celten.	
	Teutonen oder Germanen.	7) Skandinavier.	
		8) Slaven.	
		9) Finnen.	
Rußbraunſchwarze oder ſchwärzliche Race.	Hindu's.	10) Indier.	
		11) Zigeuner.	
		12) Abyſſinier.	
		13) Owa's oder Madekaſſen.	
	Kaffern.	14) Kaffern.	
	Papu's.	15) Papu's oder Neger-Malayen.	
		16) Alforeſen.	
	Endamenen.	17) Auſtralier.	
Orangefarbige Race.	Malayen.	18) Malayen.	
Gelbe Race.	Mongolen.	19) Chineſen.	
		20) Tunguſen.	
		21) Kalmücken.	
		22) Eskimo's.	
	Mongolen-Pelasger.	23) Tagalefen oder Karoliner.	
	Oceanier.	24) Oceanier.	
		25) Dagaks.	Batta's. Alforeſen u. ſ.
	Amerikaner.	26) Amerikaner.	Ando-Peruaner. Pampa-Indian. Guaraner.
Rothe Race.	Karaiben.	27) Karaiben.	Karaiben. Seneca's. Mohawks. Chippeway's.
Schwarze Race.	Neger.	28) Aethiopier.	
	Aſiatiſche Neger.	29) Mihada oder Pulieda.	Bhil's von M. Kulls von Gu. Kuirs.
	Nigritier.	30) Aetas.	Neger „del M. Endamenen.
	Tasmanier.	31) Tasmanier v. Vandiemensl.	
	Hottentotten.	32) Hottentotten.	
	Buſchmänner.	33) Buſchmänner.	

Einfacher ist die folgende Eintheilung, welche Dumeril vorgeschlagen hat:

1) Kaukasische oder arabisch-europäische Varietät.
2) Hyperboräische Varietät.
3) Mongolische Varietät.
4) Amerikanische Varietät.
5) Malayische Varietät.
6) Aethiopische Varietät.

Und noch einfacher die Lindenschmit's[30]), welcher nur drei Hauptracen unterscheidet:

Skythen, klein mit Spitzaugen und meist zu Pferd.
Celten, Germanen, blond, blauäugig.
Aethiopier, Mohren.

Die Germanen stammen nach ihm aus Europa, sind aber bis Aegypten vorgedrungen und später nach dem Norden zurückgekehrt.

Nach dem sogenannten Gesichtswinkel theilte Virey die Menschen auf folgende Weise ein:

Gesichtswinkel 85 bis 90 Grad.	Weiße Race.	Araber, Indier, Celten, Kaukasier.
	Gelbbraune Race.	Chinesen, Kalmücken, Mongolen, Lappen.
	Kupferfarbene Race.	Amerikaner oder Karaiben.
Gesichtswinkel 75 bis 85 Grad.	Dunkelbraune Race.	Malayen oder Indier.
	Schwarze Race.	Kaffern. Neger.
	Schwärzliche Race.	Hottentotten. Papu's.

Desmoulin schlug folgende Eintheilung vor:

1) Celten, Scythen, Araber.
2) Mongolen.
3) Aethiopier.
4) Ost-Afrikaner.
5) Süd-Afrikaner.
6) Malayen oder Oceanier.
7) Papu's.
8) Neger-Oceanier.
9) Australier.
10) Columbier.
11) Amerikaner.

Bory de St. Vincent hat die Haare als Haupteintheilungsgrund benutzt. Seine Eintheilung iſt die folgende:

Racen mit glattem ſchlichtem Haar.

A. In der alten Welt.

I. Japetiſcher Stamm.
- a) Mit weiter Kleidung. Frauen als Sklavinnen.
  - 1) Kaukaſiſche Race: Mingrelier, Circaſſier, Georgier.
  - 2) Pelasgiſche Race: alte Griechen und Römer.
- b) Mit anſchließender Kleidung. Frauen ebenbürtig.
  - 1) Celtiſche Race: Gallier, alte Briten.
  - 2) Germaniſche Race: Teutonen und Slaven.

II. Arabiſcher Stamm.
- a) Atlantiſche Race: alte Aegypter, Völker Nord-Afrika's.
- b) Adamitiſche Race: Hebräer und andere Syrier.

III. Indiſcher Stamm.

IV. Scythiſcher Stamm. In der Bucharei, in Daurien, im Oſten des kaspiſchen Meeres u. ſ. w.

V. Chineſiſcher Stamm.

VI. Hyperboräiſcher Stamm. Lappländer, Samojeden ꝛc.

VII. Neptuniſcher Stamm.
- a) Malayen.
- b) Oceaniſche Völkerſchaften (Neuſeeländer u. ſ. w.).
- c) Vermiſchte Papus-Race.

VIII. Auſtraliſcher Stamm.

B. In der neuen Welt.

IX. Columbiſcher Stamm. Am Lorenzſtrom, in Mexiko, auf den Antillen, in Guyana und Cumana.

X. Amerikaniſcher Stamm. Am Orinoko und Amazonenſtrom, in Braſilien, Paraguay und Chile.

XI. Patagoniſcher Stamm.

Racen mit krauſem Haar (Neger).

In Afrika und der Südſee.

XII. Aethiopiſcher Stamm. Neger oder ſchwarze Racen von Mittel-Afrika.

XIII. Kaffern-Stamm. In Süd-Afrika.

XIV. Melaniſcher Stamm. Madagaskar, Neu-Guinea, Fidſchi-Inſeln, Vandiemensland.

XV. Hottentotten-Stamm. In Süd-Afrika.

Eine sehr beachtenswerthe Eintheilung der Menschenstämme hat naeus Martin[22]) versucht. Es ist die nachstehende:

I.
petischer Stamm.
opf oval; Stirn frei; vorragend; Backen- en kaum vorspringend; bogen mäßig zusam- gedrückt; Ohren klein dicht anliegend; Zähne echt stehend; Kinn gebildet; Haare lang, kraus, nie wollig; voll; Farbe verschie-

Europäer.

- **Celten.** — Verschiedene Völkerschaften dieses Zweiges, welche verschiedene Dialekte einer Sprache redeten, waren ausgebreitet über Gallien, Niederdeutschland, Italien, Spanien und die britischen Inseln.
- **Pelasger.** — Griechen u. Römer.
- **Teutonen.** — Gothen, Vandalen, Alemannen, Franken, Germanen, Angeln u. s. w. Sonst im nordwestlichen Europa.
- **Slaven.** — Russen, Polen, Croaten, Böhmen, Bulgaren und Kosaken.

Asiaten.

- **Tartaren.** — Alte Scythen, Parther, Tartaren, Kirgisen, Usbecken.
- **Kaukasier.** — Georgier, Tscherkessen, Mingrelier.
- **Semiten.** — Araber, Hebräer, Assyrier, Chaldäer, Phönizier.
- **Sanscriten.** — Hindu-Völkerschaften

Afrikaner.

- **Mizramiten.** — Alte Aegypter u. Aethiopier, Abyssinier, Berbern, Guanchen (der canarischen Inseln).

II.
ptunischer Stamm.
opf rund, zuweilen an Seiten abgeplattet; Ge- etwas oval; Backenkno- und Jochbogen vorra- ; Augen weiter auseinr als bei I. und etwas n die Nase gesenkt; Iris arz; Zähne senkrecht; rlang, schlicht, schwarz; dünn; Glieder wohlmt; Fußsohlen klein; t lohfarbig oder gelbraun.

Malayen.

- Eingeborene der malayischen Halbinsel und Bewohner der Küsten der Inseln des indischen Archipelagus.

Polynesier.

- Owa's von Madagaskar, Neu-Seeländer, Sandwich-Insulaner, vielleicht auch die Ansiedler, welche die Reiche von Peru und Mexiko gründeten.

III.

Mongolischer Stamm.

Kopf am Scheitel erhöht; Gesicht platt, breit; Kieferbeine und Jochbogen vorragend und sehr weit; Augen klein, schmal, schräg; Augenlider geschwollen; Augenbrauen gewölbt; Nase plattgedrückt, mit weit offenen Löchern; Kinn fast ohne Bart; Kopfhaare straff, schlicht, schwarz; Ohren groß und weit; Mund weit, Zähne senkrecht; Haut gelblichbraun.

Mongolen.	Mongolische Tartaren, Mandschu's, Kalmücken, Chinesen, Koreaner, Japanesen und Eingeborene von Tibet, Butan, Owa, Pegu, Siam u. s. w.
Hyperboräer.	Ostiäken, Tunguſen, Samojeden, Tschuktschen, Lappländer, Eskimo's.

IV.

Prognathischer Stamm.

Kiefer groß, vorragend; Schneidezähne schräg nach vorn stehend; Stirn schmal; Kopf seitlich zusammengedrückt; Backenknochen und Jochbogen vorragend; Lippen aufgeworfen; Nase platt gedrückt mit weiten Löchern; Haar meist wollig, seltener kraus oder straff und lang; Bart dünn und steif; Haut schwarz bis braun.

Afrikanische Neger.	Neger, Kaffern.
Hottentotten.	Namaaqua's, Kora's (Korana's), Gonaaqua's, Saabs (Buschmänner).
Papu's.	Neu-Guinea, Fidschi-Inseln, Vandiemensland, Madagaskar.
Alfuru's (Alforesen).	Neu-Guinea, einige Inseln des indischen Archipelagus, Neuholländer und Virzimbern von Madagaskar.

V.

Occidentalischer Stamm.

Stirn abgeplattet; Scheitel ziemlich erhaben (oder künstlich niedergedrückt); Backenknochen und Jochbogen rund vorragend; Augen engeschlitzt, meist schräg; Nase ziemlich erhaben, zuweilen gedrückt, mit weit offenen Löchern; Mund groß; Zähne etwas schräg stehend; Haar lang, borstig, schwarz; Bart sehr dünn; Haut dunkelgelb oder kupferbraun.

Columbier.	Nordamerikanische Indianer. Eingeborene von Mexiko, Florida und den karaibischen Inseln, von Jukatan u. Columbia bis zum Aequator.
Südamerikaner.	Eingeborene von den Ufern des Amazonenstroms und des oberen Orinoko, von Brasilien, Paraguay und Chile (Aturen, Otomaken, Botikuden).
Patagonier.	Patagonier.

Die bedeutendste Arbeit über diesen Gegenstand verdanken wir ganz neuerlich Prichard[23]). Er hat vorzugsweise nach der Form des Schädels, aber unter steter Berücksichtigung anderer Charaktere, folgende 7 Hauptracen aufgestellt:

1) Iranier (Kaukasier), dazu gehören die Europäer und die ihnen verwandten Völkerstämme.
2) Turanier (Mongolen), Kalmücken, Mongolen, Chinesen u. s. w.
3) Amerikaner mit Ausschluß der Eskimo's und der ihnen verwandten Stämme.
4) Hottentotten und Buschmänner.
5) Neger.
6) Papu's (wollhaarige Völkerstämme Polynesiens).
7) Alfuru's und australische Racen.

Ganz nach der Schädelform haben neuerlich Burmeister und Zeune Eintheilungen versucht, und Klemm unterscheidet blos active und passive Völkerstämme, indem er dabei ihr Eingreifen in die Weltgeschichte im Auge hat. Ersterer unterscheidet[24])

1) Nationen mit elliptischer Schädelbildung. Dahin gehören nach ihm: Neger, Kaffern, Hottentotten, Papu's und ein großer Theil der amerikanischen Völkerschaften. Sie zerfallen in:
   a) Schwarze kraushaarige (Neger und Papu's).
   b) Braune kraushaarige (Hottentotten).
   c) Rothbraune schlichthaarige (Karaiben).
2) Nationen mit quadratischer Schädelbildung. Es gehören dazu einige amerikanische Stämme, die Samojeden, Mongolen und Chinesen. Sie zeichnen sich durch hellgelbe Hautfarbe, schwarzbraune hängende Haare, schwachen Bart, breite Nase und schief geschlitzte Augen aus.
3) Nationen mit ovaler Schädelbildung. Es gehören dazu alle Kaukasier Blumenbach's, viele Südseeinsulaner und wahrscheinlich auch die alten Merikaner.

Zeune[25]) hat folgendes künstliches Schema entworfen, welches, wenn es wahr wäre, sehr interessant sein würde, aber es sieht eben etwas zu künstlich und zu systematisch aus, und Retzius hat auch bereits seine Unhaltbarkeit erwiesen.

Erst ganz neuerlich theilte M. L. Frankenheim[49]) nahe übereinstimmend mit Cuvier die Menschen in Kaukasier, Mongolen, Neger und Hottentotten.

Sehen Sie, so verschieden hat man uns Menschenkinder einzutheilen versucht, indem man dabei bald den Knochenbau, bald die Hautfarbe oder Haarform, bald Sprachen, bald Sitten als Unterscheidungsmerkmale benutzte. Am meisten liefern diese Eintheilungen einen Beweis von dem Systematisirungstrieb der gelehrten Europäer, dann aber allerdings auch von der großen factischen Verschiedenheit der Menschenstämme, und zugleich davon, daß sie durch zahlreiche Uebergangsformen verbunden sind. Wollen Sie die Verbreitung der einzelnen Racen über die Erdoberfläche verfolgen, so kann ich Ihnen dazu wieder nichts Besseres empfehlen, als die achte Abtheilung von Berghaus' physikalischem Atlas.

Es ist nun über die Abstammung des Menschengeschlechtes von einem oder mehreren Paaren; über den ersten Wohnplatz, das sogenannte Paradies; über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der einzelnen Menschenstämme viel gestritten worden. Religiöser Fanatismus hat sich häufig in den Streit gemengt, und das Forschen nach Wahrheit vielfach getrübt. Wenn es wahr sein sollte, daß alle organischen Formen nur Stufen einer langen Entwickelungsreihe seien, und daß immer eine aus der anderen

hervorgegangen ist, so würde dadurch allerdings der Standpunkt für Beurtheilung jener Probleme gänzlich verändert werden.

In der That, es muß dem Naturforscher gerade bei dem Menschen, diesem vollendetsten Organismus auf der Erde, besonders schwer werden, sich vorzustellen, wie er plötzlich entstanden sein könne. Wir haben gesehen, daß selbst bei den niedrigsten Thieren und Pflanzen die ganz unerwiesene Annahme, sie entständen zuweilen ohne Aeltern, durch genauere Untersuchung immer weiter und weiter zurückgedrängt wird, so nämlich, daß die Fälle, in denen man eine solche generatio aequivoca behaupten zu können glaubte, immer wieder ungültig werden; und dennoch sollte jede organische Form einzeln zuerst durch einen solchen Act entstanden sein, von dem noch kein Beispiel hat beobachtet werden können? Ein organisches Wesen muß freilich auch für die Entwickelungsreihe den Anfang machen. Doch wir stoßen hier auf die äußersten Grenzen des bis jetzt Erkannten. Es ist zuweilen bedenklich, darüber hinaus etwas zu vermuthen, wenigstens kann eine solche Vermuthung für den wahren Forscher nie großen Werth haben. Weder die plötzliche Entstehung, noch die allmälige Entwickelung der Arten durch Umbildung aus vorhergehenden ist wissenschaftlich erwiesen. Es ist nur eine auf Analogie begründete Vermuthung, wenn wir die Arten aus einander hervorgehen lassen. Wahr ist es freilich, daß bei den höheren Thierformen und insbesondere beim Menschen die Uebergänge der Arten fehlen. Wir können, wenn wir der Entwickelungstheorie folgen wollen, für den Menschen, seinem ganzen Bau nach, nur den Affen als Ausgangspunkt betrachten, und diese Gattung zeigt selbst in ihren höchsten Arten: dem Chimpansee und Orang, noch so wesentliche Abweichung vom Menschen, daß wir billig den Sprung zu groß finden und nach Zwischenstufen fragen müssen. Hier aber kommt uns die Erfahrung zu Statten, daß untergeordnete Racen nie lange neben höher entwickelten derselben Art bestehen können. Gab es einst eine noch niedrigere Menschenrace, als die jetzt bestehenden, so wird sie durch diese bald genug zu gleicher Stufe erhoben, oder unterdrückt und ausgerottet worden sein. — Aber warum findet man dann ihre Knochenüberreste nicht im fossilen Zustande? — Viele Möglichkeiten sind denkbar, um auch diesen Umstand zu erklären, unter

anderen auch die, daß, was noch nicht gefunden worden ist, noch gefunden werden kann, da man z. B. auch lange vergeblich nach fossilen Affenresten gesucht hat, deren erste erst vor etwa 20 Jahren aufgefunden wurden. Aber solche Hülfshypothesen sind allerdings unzulässig, denn es ist besser, gar nicht erklären, als ohne hinreichende Gründe erklären.

Für jedes Urtheil über den Ursprung des Menschengeschlechtes ist natürlich auch sein Existenzalter von großer Wichtigkeit. Es ist sehr schwer, dasselbe zu bestimmen, sobald man, wie es von Geschichtsforschern nun einmal behauptet wird, die Angaben der Bibel in diesem Punkte für unbestimmt oder vieldeutig zu halten hat. Eine Menge Umstände liegen indessen vor, welche zu beweisen scheinen, daß der Zeitraum der Bewohnung der Erde von Menschen, obwohl geologisch kurz, in Jahren ausgedrückt doch ein sehr großer sein muß.

Wie Cuvier aus etlichen zerstreuten Knochen ganze Thierskelette construirte, so hat z. B. Henne[27]) aus Bruchstücken und Excerpten des Manethon'schen Werkes einen chronologischen Bau gezimmert, der, wie er sich ausdrückt, die Bibel nicht demoliren, sondern nur ihre Zeitrechnung berichtigen soll. Manethon, Oberpriester von Heliopolis und aller ägyptischen Weisheit kundig, hat sein Werk aus den unvergänglichen Steindenkmalen seines Landes gleichsam abgeschrieben und in drei Büchern 375 Pharaonen oder Monarchen des Nilstaates in successiver Ordnung aufgestellt. Für diese 375 Pharaonen ergiebt sich aus den Einzelnheiten eine Regierungszeit von 6117 Jahren. Manethon selbst lebte 350 vor Christus, diese Zeit zugerechnet, erhalten wir die Summe von 6467 Jahren vor der christlichen Zeitrechnung als beglaubigten Anfang der großen, schon durch Monumente kolossaler Natur und einen Kraftaufwand fabelhaften Umfanges verherrlichten ägyptischen Monarchie. Das ist also 8322 Jahre vor heute. Auch Brunet de Bresle[30]) rechnet von Menes dem ersten, der das ganze Land beherrschte, bis zur griechischen Eroberung 5000 Jahre. Wie viel Zeit es forderte, bis staatliche Erscheinungen jener Art möglich waren und sich gestalten konnten, ist eine Frage, die natürlich weit jenseit aller Erkenntnißquellen in die ungezählten und denkmallosen Aeonen der Dunkelheit hinüber streift. Daß der Mensch nicht

mit seinem ersten Betreten der Erde anfing, Denkmale zu errichten und Staaten zu gründen, daran wird wohl Niemand zweifeln. So viel werden Sie mir ferner sicher zugeben, daß der Europäer zu seiner jetzigen Stufe der Cultur und Gesittung, zu seinen heutigen Kenntnissen nur durch eine lange Entwickelungsreihe sich empor gearbeitet haben kann; daß in diesem Punkte ein beständiges Vorschreiten unverkennbar ist, und daß, dies zugegeben, die ersten Menschen auf einer viel niedrigeren, thierähnlicheren Stufe der Cultur gestanden haben müssen, als wir, oder als selbst die jetzt uncultivirtesten Nationen, werden Sie ebenfalls nicht bestreiten wollen. Selbst die Sprache kann nur das Resultat langer Entwickelung sein, wir finden sie, wie alle Cultur und alles Wissen, bei einigen durch die Einförmigkeit und Abgeschlossenheit ihres Wohnplatzes wenig begünstigten Menschenstämmen, die sicher schon Jahrtausende existiren, noch jetzt in sehr unvollkommenen Stadien, und aus der langsamen Entwickelung bei ihnen können wir einigermaßen schließen auf die Zeit, welche nöthig gewesen ist, um bei den bevorzugten Nationen der Erde die ersten Traditionen, bildlichen oder schriftlichen Aufzeichnungen möglich zu machen.

Die Bevorzugung der einen Race vor den anderen beruht ursprünglich vielleicht am meisten auf den der Entwickelung günstigeren klimatischen und Bodenverhältnissen, und durch diese zeichnet sich Europa unstreitig vor allen Theilen der Erde aus.

Wenn Sie nun etwa annehmen wollen, der Mensch sei jetzt die höchste Entwickelungsstufe der organischen Welt, und durch allmälige Vervollkommnung durch Tausende von Generationen hindurch aus ihr hervorgegangen, so fiele zunächst die Frage über die Abstammung von einem oder von mehreren Paaren von selbst als überflüssig hinweg, weil diese Weiterentwickelung von Generation zu Generation nothwendig auf alle Individuen einer dem Menschen vorausgehenden, von ihm abweichenden Art bezogen werden muß, welche sich unter den dazu günstigen Verhältnissen befanden, während andere unter anderen Verhältnissen in ihrem Zustande beharrten, ausstarben oder in einen ganz anderen, vielleicht niederen versanken.

Eine solche Abstammung des Menschen ist freilich Vielen zuwider, weil sie ihren Stolz oder ihre religiöse Anschauung

dadurch verletzt fühlen; aber das für sich allein würde doch nur als Vorurtheil, nicht als ein Gegengrund anzusehen sein. Das menschliche Individuum durchläuft als Fötus noch jetzt die Zustände mehrerer Thierklassen. Die berühmtesten Anatomen haben gezeigt, daß wir vor der Geburt zuerst einem wirbellosen Thiere gleichen, dann einige Zeit einem Fisch, nachher einem Reptil, und nun erst tritt der Charakter des Säugethieres ein. Das ist eine Thatsache, die nicht wenig zu Gunsten der Entwickelungshypothese spricht. Der welthistorische Entwickelungsproceß des ganzen Geschlechtes scheint hier in die Entwickelung des Individuums vor seiner Geburt zusammengedrängt zu sein. Indessen muß zugegeben werden, daß auch die Entwickelungshypothese eben nur eine Hypothese ist, eine Hypothese jedoch, die sich auf bestimmte Thatsachen stützt, gegen welche menschlicher Hochmuth nicht als Grund betrachtet werden kann. — Lassen Sie uns vielmehr stolz sein auf das, was wir geworden sind, obwohl sich unser Ursprung vielleicht in so niedere Regionen verliert; es würde weit demüthigender sein, wenn wir von Engeln abstammten und nach und nach Menschen geworden wären, wie es nur demüthigend für einen Unterthan sein kann, von einem König abzustammen. Wenn aber irgend eine subjective, nicht aus dem Verstand, sondern aus dem Gefühl hervorgehende Anschauung sich der Erforschung der Wahrheit in den Weg stellt, so kann und mag ich gegen diese an sich nicht kämpfen, ich muß sie nur als Etwas, was mit wissenschaftlicher Forschung nichts gemein hat, aus diesem Bereiche zurückweisen, und hinzufügen will ich, daß die Welt und ihr Ursprung anbetungswürdig genug bleiben, wenn man auch alle ihre Einzelnheiten als naturgesetzmäßig und keine als ein specielles Wunder, als eine willkürliche Ausnahme vom Gesetz erkennen sollte.

Es beantwortet sich ferner durch jene Annahme auch die Frage über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der Menschenstämme von selbst. Ist jeder Zustand ein Resultat allmäliger Entwickelung, so ist auch die Bildungsfähigkeit, theoretisch genommen, ursprünglich eine allgemeine, die Berechtigung eine gleiche. Die factischen Unterschiede sind dann offenbar nur durch äußere Umstände bedingte Entwickelungsstadien und Formen, als solche aber historisch berech-

tigt. Unter den günstigsten Umständen erfolgte die höchste Entwickelung.

So ist es unter dieser Voraussetzung, wenn man, von allem durch die Zeit Gewordenen absehend, nur auf den Ursprung zurückblickt. Aber für die Praxis gestaltet sich die Sache sogleich ganz anders, sobald man die nöthigen Entwickelungszeiten berücksichtigt, dann ergiebt sich für den gegenwärtigen Zustand der Menschen unzweifelhaft eine ungleiche Bildungsfähigkeit und deshalb gewissermaßen eine ungleiche Berechtigung der Menschenracen im Ganzen und sogar einzelner durch besonders günstige äußere Umstände bevorzugter Stämme und Familien. Hierin liegt die Ursache und naturgemäße Berechtigung der Geburtsaristokratie. Wie wir durch unausgesetzte Sorgfalt die Racen unserer Hausthiere wesentlich veredeln können, und die edlen Paare dann auch edle Nachkommen haben, in gleicher Weise pflegen in Familien, die durch lange Generationen auf Ehre, Ruhm, Tugend oder hohe geistige Ausbildung hielten, dann auch diese Eigenschaften oder die Fähigkeiten dazu in gewissem Grade erblich zu werden. Es gehen aus ihnen mehr Glieder mit solchen Eigenschaften hervor, als aus anderen, die in ihren Verbindungen ohne Auswahl verfuhren und in der Erziehung ihrer Nachkommen kein gleichmäßiges Princip befolgten. Damit kann und soll nicht etwa geleugnet werden, was Thatsache ist, daß nämlich Einzelne von sogenannter niederer Herkunft sich zuweilen auch zu jener Höhe erheben können, während Einzelne aus den besten, edelsten Familien vollständig ausarten. Das sind durch besondere Umstände bedingte Ausnahmen. Ueberhaupt aber handelt es sich nicht um eine Scheidung zwischen dem, was politisch zum Adel, oder nicht zum Adel gehört, sondern um einen allgemein menschlichen Adel. Wenn in Wirklichkeit beide häufig identisch sind, so kann das nicht auffallen, da dem politischen Adel in der Regel mehr Gelegenheit geboten ist, die Familie unter günstigen Einflüssen fortzupflanzen, als einer großen Zahl anderer Familien, er übrigens in der Mehrzahl der Fälle auch wohl aus einem natürlichen Adel hervorgegangen sein wird. Daß Ausnahmen, aber nie ohne bedingende Ursache, nach beiden Seiten hin stattfinden, liegt in der Natur der Sache. Wir haben es aber hier nur

mit der Regel, nicht mit den Ausnahmen zu thun, so lehrreich diese auch gewöhnlich sind. Die Regel lehrt uns, daß selbst die Befähigung zum Herrschen allerdings in gewissem Grade erblich werden kann.

Es ist noch nicht gelungen, einen sehr tief stehenden Völkerstamm als solchen durch Erziehung wesentlich zu heben, nur einzelne Individuen hat man auf diese Weise gebildet. Alles spricht dafür, daß viele Tausende, vielleicht Hunderttausende von Jahren nöthig waren und nöthig sind, um eine besondere Menschenrace entstehen zu lassen, oder ganz umzugestalten. Versetzen Sie alle Europäer nach Afrika und alle Neger nach Europa, überlassen Sie dieselben ganz sich selbst, ohne gegenseitigen Einfluß, so wird nach einigen Jahrhunderten noch wenig in den Bildungszuständen beider geändert sein, aber nach vielen tausend Jahren können Sie allerdings erwarten, in Europa wieder wie jetzt die höher entwickelte Race zu finden, in Afrika die niedere, wenn auch die nach Afrika versetzten Europäer vielleicht nicht bis zum Standpunkte der jetzigen Neger herabsinken würden.

Rücksichtlich der äußeren Farbenänderung durch klimatische Einflüsse, aber ohne gleichzeitige Aenderung der charakteristischen Formen und übrigen Eigenschaften hat man in Cochin und im Inneren von Malabar die sehr merkwürdige Thatsache beobachtet, daß die seit sehr langer Zeit dort wohnenden Juden eine so schwarze Haut haben, als die Urbevölkerung, mit Ausnahme eines später eingewanderten Stammes in Mattacheri, den man deshalb zum Unterschied „weiße Juden" nennt (Edinbourgh review Oct. 1848 p. 449).

Aber zu den natürlichen Einflüssen der Bodengestaltung und des Klima's hat sich ein weit mächtigerer gesellt, das ist der Verkehr. Er bewirkt die Entwickelung des Menschen durch den Menschen. Aber nicht immer werden niedere Menschenracen, wenn sie mit höheren in Verkehr treten, in ihrer Entwickelung gefördert. Einzelne Individuen allerdings haben diesen Gewinn stets, aber der ganze Stamm wird, besonders wenn der Bildungsunterschied sehr groß ist, fast häufiger unterdrückt und geht der Vernichtung entgegen. Beispiele dieses Vorganges sind mehrfach bekannt.

Was ich hier ursprünglich den Einflüssen des Bodens und

Klima's zuschreibe, das suchen Andere, wie Burmeister, in der ungleichen Abstammung, aber das Resultat bleibt dasselbe. Die Bewohner der günstigst gestalteten und gelegenen Erdtheile haben die anderen Völker weit überholt und werden nun nothwendig ihre Beherrscher oder Unterdrücker, da die Heranbildung Einzelner zwar, nicht aber ganzer Racen, durch Beispiel und Erziehung schnell genug möglich ist. Burmeister sagt sehr schön und wohl auch in der Hauptsache sehr richtig: „Germaniens Söhne waren auserkoren, den seltenen Verein von griechischer Genialität mit jüdischer Religiosität als den Kern der neueren Zeit und den Samen aller nachfolgenden, lebendigen Völker über den Erdball zu verbreiten. Das Licht, welches dieser Stern ausstrahlt, wird ein versengendes Feuer für alle Nationen werden, die gleich Pilzen im feuchten Schatten der Wälder gedeihen wollen; es wird sie versengen und demnächst ganz vernichten." Aber über den Ursprung dieser Bevorzugung kann man andere Ansichten haben.

Auch die Frage nach dem Ort der Entstehung des Menschengeschlechtes wird bei unserer Voraussetzung in so fern eine müßige, als es in der Natur der Sache liegt, daß überall, wo die Grundbedingungen gegeben, die äußeren Verhältnisse günstig waren, gleichzeitig oder in sehr weit auseinander liegenden Perioden Menschen sich entwickeln mußten. Diese Localitäten können in dem Verlaufe so vieler Jahrtausende durch sogenannte geologische Ereignisse zum Theil ganz verändert oder sogar unter das Meer versenkt sein, und in keinem Falle ist zu erwarten, daß wir sie jetzt noch mit Sicherheit zu ermitteln vermögen.

Nachdem ich Ihnen hier einige Ansichten über die jedenfalls in großes Dunkel gehüllte Entstehung des Menschen mitgetheilt habe, Ansichten, in welchen zugleich die Erklärung der Ungleichheit der Racen enthalten ist, lassen Sie uns jetzt noch einen Blick auf die geistige Entwickelung des Menschen überhaupt werfen.

Es wird von keinem hierüber Urtheilsfähigen jetzt noch bestritten, daß das, was wir Geistesthätigkeit nennen, vom Hirn ausgeht, und daß dessen Größe und Beschaffenheit mit dem Grad der Geistesthätigkeit in genauem Verhältniß steht. Durch alle Thierklassen hindurch, welche überhaupt ein abgesondertes Hirn haben, läßt sich dieses Verhältniß verfolgen. In keinem

anderen Organ drückt sich die höhere Entwickelung so consequent aus, als im Hirn. Von dem Fisch anfangend, nimmt es durch die höheren Thierklassen beständig an relativer Größe und Mannichfaltigkeit des Baues zu, bis es endlich im Menschen die höchste Stufe der Entwickelung erreicht. Das Gehirn des Menschen ist im Verhältniß zur Körpergröße weit größer als das aller Thiere, ja es ist mit wenigen Ausnahmen absolut das größte, und dazu zeigt es noch durch die sogenannten Windungen eine Mannichfaltigkeit der Oberfläche und des Baues, wie sie bei keinem Thiere sich wiederfindet. Diese Unterschiede lassen sich aber noch weit specieller verfolgen. In der Klasse der Säugethiere ist eine aufsteigende Reihe der relativen Hirngröße und der Entwickelung von den Cetaceen bis zu den Affen ganz unverkennbar und stets in voller Uebereinstimmung mit dem Grade der Geistesthätigkeit, die sich bei diesen Thieren zeigt. Das Hirn des Europäers zeigt unstreitig eine größere Abweichung von dem des Affen, als sie zwischen irgend zwei anderen sich nahe stehenden Thiergattungen stattfindet. Aber dazwischen stehen, was Ausbildung und Größe des Hirns betrifft, die weniger entwickelten Menschenracen. Das Hirn des Menschen ist, wie sein Schädel, sehr ungleich bei den verschiedenen Nationen und Individuen. Es ist nicht nur verschieden nach der Größe, sondern auch nach der Gestalt und dem Bau. Die Behauptung Tiedemann's, das Hirn der Neger sei im Allgemeinen ganz gleich dem der Europäer, ist durch die weit gründlicheren Untersuchungen Dr. A. Combe's[33]) hinreichend widerlegt worden.

Wenn nun aber auch im Allgemeinen die Harmonie zwischen der Hirn- (oder Schädel-) Bildung und dem geistigen Leben der Thiere und Menschen kaum noch von einem Physiologen bestritten wird, so findet doch die eigentlich nur consequent daraus folgende Behauptung der Phrenologen, daß die specielle Form und Größe des Hirns stets in Harmonie stehe mit der speciellen oder individuellen geistigen Begabung, noch vielen Widerspruch. Wenn Sie den Gegenstand noch nicht kennen oder vielleicht nur aus den Berichten der Gegner kennen, so dürfte es mir schwerlich gelingen, Ihnen in den wenigen Zeilen, die mir hier für diesen Zweck zu Gebote stehen, einen richtigen Begriff von einer Lehre zu geben, die von Theologen und Phi-

losophen, meist ohne sie näher zu kennen, gleich heftig angefeindet worden ist, von deren allgemeiner Richtigkeit aber nichts desto weniger gar viele unbefangene und denkende Beobachter vollkommen überzeugt sind.

Bei solcher eigener Ueberzeugung muß ich nothwendig die Phrenologie für den wichtigsten Theil der Anthropologie halten, und ich kann diesen Brief über den Menschen trotz jenes Bedenkens unmöglich schließen, ohne Ihnen einen kurzen Ueberblick von Gall's Lehre, der sogenannten Phrenologie, zu geben. Ich halte das für um so nöthiger, da diese Lehre von Manchen der Wenigen, die sie kennen, eben so oft überschätzt, als von den Vielen, die sie nicht kennen, falsch beurtheilt wird. Die Phrenologie zieht auch das geistige Leben in den Kreis der Naturforschung herein und bildet darum den Schluß für diese Betrachtungen und den Uebergangspunkt zu einer anderen Reihe von Gedankenentwickelungen.

Gall und seine Nachfolger, die Phrenologen, haben durch Beobachtungen nachgewiesen, daß bei gesunden Menschen eine gewisse Uebereinstimmung zwischen der Kopfform und den Richtungen des Geistes und Gemüthes, mit einem Worte, der Seelenthätigkeit stattfindet. Diese empirischen Erfahrungen haben sich zum Theil so vielfach bestätigt gefunden, daß an der Wahrheit eines solchen constanten Verhältnisses zwischen der Form und Beschaffenheit des Gehirns und den Phänomenen des Geistes (der Seele) eigentlich gar nicht mehr gezweifelt werden kann.

Wenn Sie die Köpfe Ihrer Mitmenschen mit einiger Aufmerksamkeit betrachten und vergleichen wollen, so werden Ihnen sehr bald auffallende Unterschiede ihrer Formen in die Augen fallen. Diese Unterschiede sind, wie Alles in der Natur, nicht zufällig und bedeutungslos, sie hängen vielmehr bei allen gesunden Menschen ab von der Form des Hirnkörpers, und diese steht in Harmonie mit der individuellen Geistes- oder Charakterentwickelung. Sollten Ihnen zufällig einige besonders auffallende Kopfformen von Personen, deren Geistesrichtung Sie kennen, vorschweben, so entsinnen Sie sich einmal, ob nicht einer darunter war, dessen Kopf in der Richtung der Ohren sehr breit und der zugleich sehr heftig ist? oder ein Anderer mit großem Wohlwollen, und über der Stirn besonders hoch aufsteigendem

Kopf? oder Jemand, dessen Hinterkopf weit hervorragt, und der eine große Vorliebe für Kinder zeigt? oder ein stolzer Charakter, mit stark nach hinten hervortretendem Scheitel? — An die hohen und breiten, hervorragenden Stirnen, dieses Abzeichen der großen Denker aller Zeiten, brauche ich Sie kaum zu erinnern, und ein Beispiel dafür liegt Ihnen nahe in jedem Bild des Verfassers des Kosmos. Das Alles sind aber nur isolirte Beispiele, die als solche leicht mißverstanden werden können, die aber von den Phrenologen specieller verfolgt, zu einer bestimmten Lehre ausgebildet wurden, deren Grundprincip folgendes ist: Das Gehirn, welches bei gesunden Menschen auch die Form des Schädels bedingt, besteht aus einer Mehrheit von Organen, deren jedes der Sitz (die Ursache oder das Werkzeug) einer besonderen Seelenthätigkeit ist, und aus deren Größenverhältniß man daher auf die Seelenthätigkeitsart (auf Intelligenz und Charakter) des Individuums schließen kann, denn mit ihrer Größe wächst unter übrigens gleichen Umständen auch ihre Kraft.

Dieser Fundamentalsatz der Phrenologie ist bis jetzt allerdings nur empirisch, durch ausnahmslose Coincidenz äußerer Formverhältnisse mit gewissen Geistesrichtungen erwiesen worden. Getrennte Organe für die einzelnen Geistesfähigkeiten im Hirnkörper selbst nachzuweisen, ist noch nicht gelungen, und deshalb wäre es vielleicht angemessener gewesen, wenn man diese Hirnregionen von ungleicher Wirksamkeit auch noch nicht Organe genannt hätte. Es ist durch diese etwas voreilige Bezeichnung der Anerkennung der Sache Schaden zugefügt worden, weil der Physiolog unter einem Organ immer etwas auch anatomisch als solches Nachweisbares versteht. — Durch sehr zahlreiche Beobachtungen glauben die Phrenologen, den besonderen Sitz von einigen dreißig sogenannten Grundkräften der Seele im Hirn des Menschen erkannt zu haben. Sie sehen dieselben auf der beistehenden, aus Noel's Phrenologie entlehnten, Tafel V. an idealen Köpfen bezeichnet. Bedenken Sie aber dabei, daß nicht alle auf dieser Büste numerirten Hirnregionen mit gleicher Schärfe nachgewiesen und in ihren Wirkungen charakterisirt sind (bei einigen ist das durch ein ? angedeutet), und daß die Grenzen auf einer solchen Zeichnung nothwendig ideal sein müssen, da sie nur die

mittleren Resultate sehr vieler Beobachtungen sind. Und bedenken Sie ferner, daß Sie mit Hülfe einer solchen Tafel noch kein Phrenolog sind, der es wagen dürfte, über irgend eine Kopfform zu urtheilen. Alles in der Welt will gelernt und geübt sein. Sehnen Sie sich nach einem etwas tieferen Blick in die Sache, nun so lesen Sie zunächst Noel's Buch[32]) mit Aufmerksamkeit, dann werden Sie schon von selbst jedes voreilige Urtheil zurückhalten.

Die Grundkräfte der Seele, oder vielmehr die Organe, als deren Thätigkeitsäußerungen sie betrachtet werden können, sind nach Ansicht der Phrenologen in gewissem Grade unabhängig von einander, d. h. es kann z. B. bei einem Menschen das Organ, welches Wohlwollen äußert, sehr groß sein, während das unmittelbar daneben liegende Schlußvermögen klein ist. Dieser Mensch wird dann sehr geneigt sein, Anderen Gutes zu thun, ohne das immer mit der gehörigen Ueberlegung auszuführen. Oder wenn etwa gleichzeitig mit dem Wohlwollen der Erwerbstrieb groß ist, so wird ein innerer Kampf dieser beiden Gefühle entstehen, das eine wird gern geben, das andere gern behalten wollen. In diesen Beispielen ist nur die Wirkungsweise von drei Organen berücksichtigt; Sie dürfen aber nicht vergessen, daß jeder gewöhnliche Mensch alle Organe (nur in ungleichem Grade entwickelt) besitzt, und daß seine Gedanken und Handlungen das Resultat ihrer Gesammtwirkung sind. Nicht gerade daß bei jeder einzelnen Handlung jedes Organ mitwirken müßte, jedesmal aber alle die, welche mit der Handlung in einiger Beziehung stehen, und unter ihnen werden dann die größeren oder mehr angeregten den Ausschlag geben.

Man hat, wie Sie wissen, die Phrenologie vielfach benutzt, um die Charaktere oder speciellen Fähigkeiten der Menschen an ihrer äußeren Kopfform zu erkennen. Aber das ist jedenfalls eine schwierige Aufgabe, die, wenn sie mit befriedigendem speciellen Erfolg gelöst werden soll, außerordentliche Uebung und großen Scharfblick erfordert. Das Hervortreten der einzelnen Organe (Hirnregionen) ist gewöhnlich sehr wenig merklich, nur ausnahmsweise bilden sie, wenn groß, besondere kleine Erhöhungen des Schädels. Manche derselben sind dem Umfange nach sehr klein oder liegen unter Stellen der Hirnschale, wo

diese zuweilen ungleiche Dicke besitzt. Dann üben auch specielle physiologische Momente, wie Temperament, Gesundheitszustand, Uebung und Erziehung, große, oft schwer zu würdigende Einflüsse auf die Thätigkeitsweise der Organe aus. Alles das stört den Erfolg und hat gar oft zu falschen Urtheilen veranlaßt, aus denen man dann auf die Unrichtigkeit der Lehre schloß, anstatt auf die Ungeschicklichkeit oder Charlatanerie ihrer Schüler und Apostel. Aehnlich geht es ja in jeder Wissenschaft, nur macht man einer längst bewährten daraus keinen Vorwurf mehr. Beschränkt man sich hingegen darauf, besonders auffallende Kopfformen zu beurtheilen, so ist es schon leichter, eine gewisse Sicherheit des Urtheils zu erlangen, da die Thätigkeit sehr überwiegender Organe nie ganz unterdrückt werden kann.

Indessen scheint mir, daß überhaupt die Beurtheilung aus der äußeren Form, die eigentliche praktische Craniosкopie, so interessant sie Vielen erscheinen mag, der minder wichtige Theil der ganzen Lehre sei. Für ungleich wichtiger halte ich das Erkennen im gewissen Grade unabhängiger Gehirnfunctionen, deren Summe die Seelenthätigkeit, den Geist und Charakter des Individuums ausmacht, und die einzeln bei den einzelnen Individuen verschieden entwickelt sind. Das ist nothwendig, wenn wahr, die Grundlage einer ganz neuen Psychologie und Moralphilosophie. Es ist ein Satz, der in seinen Folgen alle Ungleichheiten, alle Räthsel und Widersprüche des menschlichen Geistes wie Charakters erklärt. Ein Satz ferner, welcher das hellste Licht auf die ungleichen Charaktere und Kopfformen der Nationen wirft, der erklärt, warum die Franzosen in der Regel eitler sind als die Deutschen, warum die Karaiben grausam sind, und warum die Hindu's kein Fleisch essen u. s. w., oder wenn Sie lieber wollen umgekehrt, warum diese eiteln, grausamen, pflanzenessenden Nationen solche Kopfformen haben. Er erklärt freilich an sich noch nicht, wodurch diese Unterschiede der Nationen entstanden sind, aber er zeigt, daß, da die Kopfformen in gewissem Grade erblich sind, auch die Sitten, Gebräuche und Charaktere es in gewissem Grade sein müssen. Je höher die Nationen stehen, desto größer sind die individuellen Verschiedenheiten in denselben, desto mehr weichen Einzelne oft von dem

allgemeinen Charakter ab, aber stets wieder in Uebereinstimmung mit ihrer Kopfform. Dagegen ist nicht zu erwarten, vielmehr naturgesetzlich unmöglich, daß der Charakter und die Befähigung ganzer Nationen sich in kurzen Zeiträumen, d. h. in wenigen Menschenaltern, sehr wesentlich ändern werde.

Die locale und specifische Verschiedenheit der Hirnthätigkeit ist keineswegs etwa nur durch leichtfertige und unsichere Beobachtungen ermittelt. Gall, welcher schon in früher Jugend durch den Umstand, daß alle seine Schulkameraden, die hervorstehende Augen hatten, gut auswendig lernten, auf den Zusammenhang zwischen Körperform und Geistesthätigkeit aufmerksam wurde, suchte durch sein ganzes Leben stets nach hervorragenden extremen Beispielen; er untersuchte vorzugsweise die Köpfe solcher Menschen, die sich während ihres Lebens durch irgend eine besondere hervorragende Eigenschaft, oder durch den Mangel einer solchen auszeichneten, und aus dergleichen extremen Fällen erkannte er nicht nur die Selbstständigkeit, sondern auch die Localität der besonderen Hirnthätigkeit. Dabei aber betrachtete er nie ein Organ als erwiesen, bis er die Hirnregion und ihre Function bei mehreren Individuen groß gefunden hatte, die in anderer Beziehung sich keineswegs auszeichneten, und bei mehreren Individuen klein, die in vielen anderen Beziehungen bedeutende Naturgaben besaßen, während kein an gesunden Menschen beobachteter Fall das Gegentheil zeigte.

Diese zugleich positive und negative Art der Beweisführung, welche später von allen wahren Phrenologen befolgt wurde, kann bei gewissenhafter Anwendung und hinreichender Zahl der Beobachtungen keinen Zweifel über die Selbstständigkeit sowohl, als über die Coincidenz der Function mit der äußeren Form zurücklassen.

Bedenken wir dazu noch, daß Gall die Organe alle einzeln und ohne Ordnung aufgefunden hat, indem er die Köpfe von Menschen, die sich durch irgend eine Eigenschaft besonders auszeichneten, untersuchte und mit anderen Köpfen verglich, und daß es sich erst, nachdem er eine große Anzahl derselben gefunden, zu seiner eigenen Ueberraschung ergab, daß die ihrer Function nach verwandten Organe in Gruppen beisammen liegen, so daß man z. B. ganz zweckmäßig mit Noel folgende sechs Kopfregionen unterscheiden kann, die aber freilich auch keinen

größeren Werth haben, als alle naturwissenschaftlichen Abtheilungen, nämlich Erleichterung der Uebersicht.

1) Die hintere Basilarregion (das Cerebellum oder kleine Gehirn) als Sitz des Fortpflanzungstriebes und vielleicht, wie neuere Forschungen zu erweisen scheinen, noch einiger anderen Functionen. Diese Region ist auch anatomisch verschieden und abgesondert vom „großen Gehirn" erkannt worden.

2) Die seitlichen Basilartheile (Umgebungen der Ohren) als Sitz der sogenannten niederen, egoistischen, für die Selbsterhaltung unmittelbar nöthigen Anlagen: Nahrungstrieb, Zerstörungstrieb, Kampflust, Vorsicht, Erwerbstrieb.

3) Den hinteren Kopftheil (zunächst über dem Cerebellum), als den Sitz der Bedingungen des geselligen Zusammenlebens, besonders der Familie, wie Kinderliebe und Anhänglichkeit.

4) Die hintere Wirbelgegend, als den Sitz der vorzugsweise auf das Ich bezüglichen höheren egoistischen Anlagen, wie Selbstachtung und Beifallsliebe.

5) Den oberen vorderen Kopftheil, als den Sitz der sogenannten höheren moralischen und religiösen Anlagen: Wohlwollen, Ehrfurcht, Festigkeit u. s. w. Diese Region und die obere Abtheilung der folgenden sind es, welche den Menschen vorzugsweise von den Thieren unterscheiden.

6) Die Stirn (den Vorderlappen des Hirns), als den Sitz der Intelligenzorgane, und zwar unten der beobachtenden, die durch die äußeren Sinne Eindrücke der Außenwelt empfangen, oben der reflectirenden.

Andere Phrenologen haben auch wohl nur drei solche Regionen gesondert, nämlich die für Intelligenz, moralische Gefühle und thierische Triebe. Und diese wie jene Gruppen zeigen sich auch in so fern natürlich, als die sie zusammensetzenden speciellen Organe in den meisten Fällen gemeinschaftlich stark oder gering entwickelt sind, wodurch dann ein entschiedener Charakter ohne auffallende Widersprüche entsteht.

Bedenken wir auch, wie ganz im Allgemeinen das Vorherrschen oder Zurückweichen (bei Thieren sogar gänzliche Mangeln) einzelner dieser Kopfregionen mit den Charaktereigenschaften und der psychischen Natur von Völkerstämmen, Nationen und Familien, und selbst von Thiergattungen übereinstimmt, ja wie sogar bei Männern und Frauen in dieser Beziehung allgemeine, dem männlichen und weiblichen Charakter entsprechende Unterschiede der herrschenden Kopfform stattfinden, so sprechen diese allgemeinen Coincidenzen offenbar nicht wenig für die Wahrheit der speciellen Grundlagen, aus welchen diese Allgemeinheiten abgeleitet sind.

Ich hebe hier nochmals hervor, daß Gall und seine Schüler ganz als Naturforscher verfuhren, indem sie das Specielle beobachteten und erst aus den so gewonnenen Thatsachen das Allgemeine abzuleiten versuchten; nicht umgekehrt, und wie es manche sogenannte Naturphilosophen zu thun pflegen, sich a priori ein System construirten und dessen Bestätigung in der Natur voraussetzten. Man kann darum wohl sagen, es fehlt zu der vollständigen naturwissenschaftlichen Begründung der Phrenologie eigentlich nur noch der anatomische Beweis, d. h. der Nachweis innerer Verschiedenheit des Hirnkörpers der Art, daß sich seine Zusammensetzung aus getrennten Organen erkennen läßt. Daß dieser Beweis noch nicht hat geführt werden können, beweist indessen nicht gegen ihre Wahrheit. Die materiellen Unterschiede dieser vermutheten Organe, deren Functionen gemeinsam die geistige Thätigkeit darstellen, können so gering sein, daß man sie mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln der Beobachtung

nicht aufzufinden vermag. Das ist um so leichter denkbar, da ihre mechanischen Functionen offenbar sehr verwandter Natur sind.

Was die Thiere betrifft, so will ich Sie hier nur auf einen sehr bezeichnenden Unterschied aufmerksam machen, der zwischen allen Köpfen der Pflanzenfresser und Fleischfresser stattfindet. Die ersteren zeigen die Region des Zerstörungstriebes außerordentlich schwach entwickelt, die letzteren dagegen um so stärker, je grausamer sie sind.

Doch ich kehre von diesen Resultaten der Formbeobachtung, die Vielen schwer fällt und leicht falscher Deutung oder dem Mißbrauche unterliegt, noch einmal zurück zu dem Aufschluß, den die von den Phrenologen aufgefundene und früher schon ähnlich von den schottischen Philosophen Reid und Steward[34]) aus psychologischen Beobachtungen geschlossene Zerfällung aller Seelenthätigkeit in gewisse ziemlich selbstständige Richtungen gewährt, um Ihnen, abgesehen von der Form des Schädels, zu zeigen, daß die Phrenologie geeignet ist, die wichtigsten Erscheinungen des Menschenlebens zu erklären. Zur Naturgeschichte des Menschen gehörend, auf Beobachtungen seiner Natur begründet, scheinen mir solche Betrachtungen allerdings auch in den Bereich dieser Briefe zu gehören.

Jeder gewöhnliche Mensch besitzt, nach der Ansicht der Phrenologen, in gewissem Grade alle die einzelnen Grundkräfte der Seele, welche sie ermittelt zu haben glauben. Herrscht aber davon eine oder herrschen mehre im Vergleich gegen die übrigen vor, so bedingt das irgend einen individuellen Charakter, und bei der großen Zahl der einzelnen Grundkräfte sind so unendlich viele Modificationen des Vorherrschens oder Untergeordnetseins derselben möglich, daß die factische individuelle Charakterungleichheit fast aller Menschen gar nicht auffallen kann, wie denn auch das Aeußere zweier Menschen nie ganz gleich ist. — Wir sind gewohnt, gewisse Charaktere gut, andere schlecht (böse) zu nennen; solche Ausdrücke dürfen aber durchaus nicht absolut verstanden werden, denn es dürfte wohl kaum vorkommen, daß alle Gedanken oder Handlungen irgend eines Menschen absolut gut, oder die eines anderen absolut schlecht zu nennen wären; an Jedem wird etwas zu tadeln, an Jedem etwas zu loben sein, und man darf deshalb, streng genommen, wohl

kaum irgend einen menschlichen Charakter allgemein gut oder schlecht nennen, denn einzelne Eigenschaften werden stets mit diesen allgemeinen Bezeichnungen in Widerspruch stehen. Von solchen Widersprüchen des Charakters spricht man auch im gemeinen Leben, gewöhnlich aber nur dann, wenn sie besonders grell hervortreten, so daß ihre Vereinigung zu einem Ganzen schwierig erscheint. Vom phrenologischen Standpunkte aus sind solche Widersprüche sehr leicht zu erklären, weil sie von der Entwickelung und Thätigkeit der einzelnen von einander in gewissem Grade unabhängigen Grundkräfte herrühren, die zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Combinationen thätig sein können.

Hier scheint es nun nöthig, zunächst die Fragen zu beantworten: was ist eigentlich gut, was schlecht oder böse? sowie: giebt es gute und schlechte oder böse Grundkräfte? — Die Phrenologen Gall, Spurzheim, Combe, Noel u. s. w. haben das vortrefflich entwickelt. Das Gute ist im Grunde nichts Anderes, als die normale, das Böse nichts Anderes, als die abnorme Thätigkeit jeder Grundkraft der Seele. Die normale Thätigkeit eines jeden Organs (jeder Grundkraft) wirkt zum Wohle des Individuums sowohl als der ganzen Menschheit, die abnorme, zu geringe, zu große oder krankhafte Thätigkeit jedes Organes dagegen wirkt zum Nachtheil des Individuums oder der Menschheit, oder beider. Wir sind nun aber gewohnt, diejenige unnormale Thätigkeit von Organen oder Grundkräften, welche vorzugsweise zum Nachtheile anderer Individuen wirkt, bös oder schlecht zu nennen, z. B. die zu große Thätigkeit von Kampflust, Zerstörungstrieb, Verheimlichungstrieb, Erwerbstrieb u. s. w., sowie die zu geringe Thätigkeit von Wohlwollen, Ehrfurcht, Festigkeit, Anhänglichkeit, Kinderliebe u. s. w. — Diejenige unnormale Thätigkeit dagegen, welche nur dem Individuum, nicht aber seinen Mitmenschen nachtheilig, den letzteren zuweilen sogar scheinbar vortheilhaft oder angenehm ist, nennen wir nicht böse oder schlecht, sondern auf verschiedene Weise; z. B. religiöse oder poetische Schwärmerei, wenn sie von zu großer Ehrfurcht, Idealität (Wundersinn, Hoffnung?) oder dergleichen herrührt; Schwäche, wenn das Wohlwollen zu thätig, der Zerstörungstrieb oder die Festigkeit zu unthätig ist; Eitelkeit, wenn die Beifallsliebe

zu stark wirkt; Feigheit, wenn Vorsicht zu groß und Kampflust zu gering ist; Dummheit, wenn gewisse Organe der Intelligenz zu schwach sind; einseitiges Talent, wenn einzelne der letzteren unverhältnißmäßig stark thätig sind, was sowohl für Andere, als auch für das Individuum selbst, z. B. bei einem Musiker oder Dichter, hohen Genuß bringen kann, aber dennoch als eine einseitige, unnormale, der allseitigen Entwickelung etwas hinderliche, oder der Gesundheit nachtheilige Entwickelung anzusehen ist u. s. w. — Im Allgemeinen kann man wohl sagen, daß eine ungewöhnlich starke Thätigkeit der Organe der Intelligenz und auch der sogenannten höheren Gefühle sich besser mit dem Wohle des Individuums und der Menschheit verträgt, als eine vorherrschend starke Entwickelung der egoistischen Gefühle und besonders der niederen Triebe, und daß die Entwickelung ganzer Gruppen immer naturgemäßer ist, als die einzelner Organe; welches aber der wahre normale Grad der Größe und Thätigkeit jeder Grundkraft, vielmehr welches das wahre richtige Verhältniß der einzelnen Grundkräfte (oder ihrer Organe) sei, wird wohl für alle Zeiten kaum je scharf zu bestimmen sein. Am unsichersten bleibt daher die nähere Bestimmung des üblichen Ausdruckes: gut. Wir Menschen scheinen besonders geneigt zu sein, alle Handlungen eines Individuums gut zu nennen, welche Anderen zum Wohle gereichen, wenn sie auch dem Individuum selbst nachtheilig, oder überhaupt unnormal sein sollten und vielleicht auch in ihren Nachwirkungen der Gesellschaft Schaden bringen. Zu starke Aeußerungen des Wohlwollens werden, wenn sie auch der Existenz des Individuums Gefahr drohen, dennoch gut genannt; ich brauche Sie da nur an die sehr übliche Redensart: „ein guter dummer Kerl" zu erinnern.

So viel ist gewiß, daß die Organe der Intelligenz und der sogenannten moralischen Gefühle ohne Nachtheil, ja vielmehr zum Vortheil des Individuums und der Menschheit viel stärker entwickelt sein könnten, als es bei den meisten Menschen der Fall ist. Wie in der Kopfform, so auch in der psychischen Beschaffenheit würden wir uns dadurch immer mehr über die Thiere erheben, wie es die edelsten Männer aller Jahrhunderte in beiden Beziehungen gethan haben. Wenn Ihnen die Büsten

oder Porträts und Biographien eines Melanchthon, Howard, Oberlin, Washington u. s. w. zu Gebote stehen sollten, so werden Sie sich leicht davon überzeugen können. — Ob man aber deshalb sagen könne, die meisten civilisirten Menschen seien in dieser Beziehung nicht normal, sondern zu gering entwickelt, oder ob nicht vielmehr der normalen Entwickelung nach dieser Seite (der Vervollkommnung) hin, eben weil es die Seite des Fortschrittes ist, ein besonders großer Spielraum gelassen sei, dürfte schwer zu entscheiden sein, wie denn überhaupt solche Begriffe, wie normal und unnormal, wohl niemals scharf zu umgrenzen sind. Ein dem Individuum nachtheiliges Uebermaß kann aber gewiß auch bei der Entwickelung dieser edlen Geisteskräfte und Kopfregionen eintreten, besonders wenn etwa nur einzelne Organe derselben sich vorzugsweise mächtig entwickeln, wodurch stets eine gewisse Disharmonie entstehen muß.

Die unnormale Thätigkeit der Grundkräfte kann, wie erwähnt, nach zwei Richtungen hin stattfinden, sie ist entweder zu gering oder zu groß, beides kann durch ein Mißverhältniß der Organe oder durch krankhaften Zustand derselben phrenologisch erklärt werden. Die zu geringe Thätigkeit erreicht ihr Extrem im Blödsinn, die zu große im Wahnsinn (Manie). Es giebt nun aber partiellen Blödsinn und partiellen Wahnsinn (Monomanie), ja man kann sogar behaupten, die meisten Blöd- und Wahnsinnigen sind es nicht total, einzelne Geisteskräfte wirken fast immer noch normal, wenn auch viele erkrankt sind. Diese Zustände liefern besonders kräftige Beweise für die (theoretische) Selbstständigkeit der einzelnen Geistesthätigkeiten, sie lassen sich, wie Sie einsehen werden, außerordentlich leicht durch die Lehren der Phrenologie erklären.

Es giebt viele Blödsinnige (Cretins, Idioten), bei denen die meisten Seelenkräfte zu gering oder gelähmt sind, bei denen aber doch immer noch einzelne, und zwar bei jedem einzelnen Individuum stets dieselben, sich kräftig äußern, die sich meist sehr leicht auf eine oder mehrere der phrenologischen Grundkräfte zurückführen lassen, z. B. auf Geschlechtstrieb, Nahrungstrieb, Verheimlichungstrieb, Kinderliebe und dergleichen. Es sind sogar Fälle bekannt, in welchen in allen übrigen Beziehungen wahre Cretins als geschickte Uhrmachergesellen benutzt werden konnten.

Bei ihnen war offenbar der Baufinn, vielleicht nebst einigen anderen Organen, von dem zu geringen oder krankhaften Zustande ausgenommen.

Einen Menschen, bei dem die Intelligenz und die moralischen Gefühle normal, alle übrigen Seelenkräfte aber höchst mangelhaft oder gar nicht entwickelt wären, würde man nach den gewöhnlichen Begriffen allerdings nicht blödsinnig nennen; es scheint aber überhaupt ein solcher Fall kaum vorzukommen, sondern vielmehr ein Gesetz der Natur zu sein, daß bei Vernachlässigung ihrer Vorschriften zuerst die edleren Fähigkeiten (oder ihre Organe), die den Menschen über das Thier erheben, leiden oder verloren gehen, die den Thieren und Menschen gemeinschaftlichen aber gewissermaßen zäherer Natur sind, — mit anderen Worten, daß Mißbildungen in der Regel kein Vorschreiten, sondern ein Rückschreiten der Organisation bedingen.

Der partielle Wahnsinn zeigt oft auf das Entschiedenste die selbstständige krankhafte (deprimirte oder überreizte) Thätigkeit einzelner Seelenkräfte, und die dabei zu beobachtenden Erscheinungen stimmen offenbar wieder sehr mit den phrenologischen Grundkräften überein. Ich brauche nur an ein Paar der gewöhnlichsten und bekanntesten Fälle zu erinnern: Ein Monomanist glaubt, er sei von Glas und könne zerbrechen, ein anderer, er sei von Butter und könne zerschmelzen; wird das nicht großentheils erklärt durch das Erkranken der Grundkraft, welche die Phrenologen mit dem Namen Vorsicht bezeichnen? Wie oft halten sich nicht Monomanisten für Könige oder Kaiser, und ist das nicht die Folge kranker, überspannter Selbstachtung? Manche glauben dagegen, sie würden von allen Potentaten der Erde ausgezeichnet, diese sind selten stolz wie jene, gewöhnlich vielmehr kriechend, wie echte Hofleute, — erklärt sich das nicht durch kranke Beifallsliebe? — Manche halten sich für Jesus oder für Gott selbst, — sollten bei ihnen nicht Ehrfurcht und Selbstachtung krankhaft überreizt sein? — Einige zählen, rechnen oder schwatzen fortwährend, — muß man da nicht an erkrankten Zahlen- oder Wortsinn denken? — Anhänglichkeit, Kinderliebe, Geschlechtstrieb, Zerstörungstrieb und andere phrenologische Grundkräfte treten oft eben so isolirt durch Monomanie hervor, aber es würde mich hier zu weit führen, wenn

ich mehr versuchen wollte, als einige Beispiele anzudeuten, die Sie sich wohl leicht aus eigener Erfahrung vervollständigen können. Ich bemerke nur noch, daß häufig auch mehre Grundkräfte krankhaft wirken und daß außer den erkrankten immer auch die vorherrschenden gesunden auf die speciellen Richtungen der Monomanie einwirken werden, so daß man bei genauer Kenntniß ihrer Kraftverhältnisse und aller äußeren Einwirkungen wahrscheinlich alle speciellen Erscheinungen der Monomanie auf ihre nächsten Ursachen zurückführen könnte. Wenn das persönliche Bewußtsein eine selbstständige Grundkraft sein, und es demnach ein besonderes Organ für dasselbe geben sollte, was aber noch nicht durch Beobachtung gefunden oder angedeutet ist, so könnten durch dessen Erkrankung allerdings einige der angeführten Fälle eine etwas andere Erklärung finden, so nämlich, daß dann vorherrschende Vorsicht, Selbstachtung, Beifallsliebe oder Ehrfurcht nur die Art der Personverwechselung des Individuums bedingten, nichts desto weniger aber würde auch dadurch die Selbstständigkeit der Grundkräfte documentirt. Diese relative Selbstständigkeit geht um so mehr daraus hervor, da dergleichen Erscheinungen bei jedem davon betroffenen Individuum nicht etwa ihrer Natur nach wechselnd, sondern stetig zu sein pflegen. Der Irrsinnige, der sich heute für einen König hält, hält sich nicht etwa morgen für einen Bettler oder für von Glas; der, welcher heute ras't, beschäftigt sich nicht etwa morgen mit der Quadratur des Kreises. Diese Phänomene sind vielmehr für jedes Individuum constante, nur bei den verschiedenen ungleich.

Die Monomanie, die so entschieden für die Selbstständigkeit einzelner geistiger Grundkräfte und somit auch für die Wahrheit der Phrenologie spricht, ist zugleich ein Gebiet, auf welchem die letztere eine sehr wichtige praktische Anwendung finden kann; denn offenbar wäre es ein großer Gewinn für die Behandlung der Irren, wenn man wüßte, in welchem Kopftheile die Krankheit ihren Sitz hat.

Ich kehre aber von diesen extremen oder krankhaften Erscheinungen zurück zu denen des gewöhnlichen Lebens, um auch hier an ein Paar Fälle zu appelliren, in denen ein Jeder die Selbstständigkeit von Geistes- und Seelenkräften beobachten kann,

die sich auf von den Phrenologen gefundene zurückführen lassen. — Wie verschieden sind nicht die angeborenen Fähigkeiten, Talente und Charaktere der Menschen! Wie oft kommt es nicht vor, daß Jemand in einer Kunst, in einem Zweige der Wissenschaft ganz hervorstechend sich auszeichnet, während er in einigen anderen mit der größten Anstrengung nichts zu leisten vermag! Wie Viele giebt es nicht, denen es leicht wird, Töne oder Melodieen zu unterscheiden und zu merken (Tonsinn), während sie für Zahlen oder Namen (Zahlensinn oder Wortsinn) nur ein schlechtes Gedächtniß besitzen. Bei Anderen findet der umgekehrte Fall statt; noch Andere merken Formen (Formensinn) leichter, als Farben (Farbensinn) u. s. w. — Diese Fälle sind fast allgemein anerkannt, und man wird Niemand im Allgemeinen dumm nennen, weil er ein schlechtes musikalisches Gehör oder ein schlechtes Gedächtniß für Zahlen besitzt. Ebenso giebt es z. B. sehr geachtete Künstler, die nie im Stande sein würden, eine philosophische Abhandlung zu schreiben oder auch nur zu verstehen; doch muß ich hier beiläufig zugleich bemerken, daß wahre und bedeutende Kunstleistung nie aus einem *ganz* einseitigen Talent hervorgeht. Um auf den ganzen Menschen zu *wirken*, muß man in gewissem Grade ein ganzer Mensch *sein*, nicht ein einseitiger; immer werden aber ausgezeichnete Künstler die entsprechenden Fähigkeiten vorzugsweise entwickelt besitzen, und das eben giebt ihnen die besondere Richtung.

Weniger anerkannt ist der Theil unseres Satzes, der sich auf die ursprüngliche specielle Verschiedenheit der Menschen in Hinsicht auf die Gefühle, auf den Charakter bezieht. Fast in der Regel wird Jemand *entweder* für *gefühlvoll* oder für *nicht gefühlvoll*, für *gut* oder für *schlecht* erklärt. In der That aber giebt es genug Menschen, die gewisse Gefühle in sehr hohem Grade äußern, während andere ihnen fast ganz abgehen. — Einer ist fromm bis zur Bigotterie (Ehrfurcht groß), aber nicht im Geringsten mitleidig (ohne Wohlwollen), ein Anderer sehr mitleidig, ohne fromm zu sein. Ein Dritter opfert für seine Kinder Alles (Kinderliebe), aber Nichts für seine Mitmenschen (Wohlwollen gering); ein Vierter ist der treueste Freund oder Gatte (Anhänglichkeit), und doch besitzt er keine Achtung vor fremdem Eigenthum (moralische Gefühle gering, Erwerbs-

ERLÄUTERU

der phrenologischen Büst

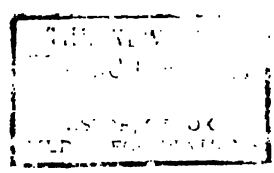
GEFÜHLSVERMÖGEN. **INT**

Cerebellum (Geschlechtstrieb)
Jungenliebe
Einheitstrieb
Anhänglichkeitstrieb
Bekämpfungstrieb
Zerstörungstrieb
oder 6a. Nahrungstrieb
Verstellungstrieb
Eigenthumstrieb
Mechanischer Sinn
? Selbstachtung

11. Beifallsliebe
12. Behutsamkeit
13. Wohlwollen
14. Ehrfurcht
15. Festigkeit
16. Gewissenhaftigkeit?
17. Hoffnung
18. Wundersinn
19. Idealität od. Sittl. f. d. Schöne
? Unbestimmt
21. Nachahmungssinn?

22. Gege
23. Form
24. Grös
25. Gewi
26. Farb
27. Orts
28. Zahl
29. Ord

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Lpzg.



trieb groß), er stiehlt. Sind nicht wahrhaft rührende Beispiele dieser Art bei Verbrechern oft genug beobachtet worden? — Aehnliche scheinbare Widersprüche des Charakters ließen sich unzählige aus dem Leben anführen; die Phrenologie lehrt uns, wie sie zu erklären sind, sie lehrt uns, daß alle unsere besonderen Neigungen und Eigenschaften von der Entwickelung und Verbindung besonderer Organe, deren Zustande und dem Einflusse der Außenwelt auf sie abhängig sind.

Man ist nur zu gewöhnt, den Menschen das Böse und das Gute als das Resultat ganz freier Wahl anzurechnen; sollte aber der Mensch rücksichtlich seines Charakters freier sein, als rücksichtlich seines Verstandes? Wenn Jemand wenig Verstand besitzt, das wird ihm nicht als eigene Verschuldung angerechnet, wohl aber wenn er wenig Mitleid oder wenig Frömmigkeit äußert. In einer gewissen Freiheit bewegen sich unsere Gefühle, aber diese Freiheit hat ihre Grenzen; sie ist bedingt durch die Mannichfaltigkeit der Eindrücke und Gefühle; von dem Karaiben verlangen, daß er seinem Feinde Gutes thue, ist nicht weniger, als von einem Idioten verlangen, daß er ein Philosoph werde, und welcher von Beiden ist mehr Schuld daran, daß er's nicht kann?

Man hat auch wohl gesagt: der weiseste Egoist muß nothwendig der beste Mensch sein. Etwas Wahres ist daran, d. h. die weiseste Fürsorge für das wahre eigene Wohl würde ebenfalls stets die besten Handlungen vorschreiben; aber ganz unrichtig ist es, alle guten oder schlechten Handlungen der Menschen für das Resultat einer weisen oder unweisen Abwägung ihrer Folgen ausgeben zu wollen. In den meisten Fällen handeln wir ohne eine solche Abwägung, wir stehen dem Bedürftigen bei, weil uns sein Leid unwiderstehlich dazu drängt, wir fühlen uns zu Ehrfurcht und Anbetung hingerissen, weil die herrliche Natur, oder eine heilige Musik diese Gefühle erweckt; und ebenso sind die schlechten Handlungen sehr gewöhnlich das Resultat einer momentanen Einwirkung, nicht das einer nur klugen statt weisen Abwägung.

Ich behaupte, wenn Sie Alles unparteiisch prüfen wollen, so werden Sie finden, daß kein anderes philosophisches oder psychologisches System uns eine so richtige Kenntniß oder viel-

mehr Beurtheilung, eine so objective Anschauung von uns selbst und von unseren Nebenmenschen zu verschaffen vermag, als die Phrenologie. — Ich meine jetzt nicht etwa durch Untersuchung der äußeren Kopfform, nein, ich meine jetzt nur dadurch, daß sie uns befähigt, unser und unserer Nebenmenschen Denken, Fühlen und Handeln auf die ursprünglichen einfachen Quellen, auf die Grundkräfte der Seele zurückzuführen, die noch von keinem philosophischen Systeme so richtig erkannt worden sind, als von dieser, wenn auch noch nicht vollendeten Lehre, welche nicht aus dem bloßen Nachdenken eines einzelnen, wenn auch noch so befähigten Menschen hervorgegangen ist, sondern auf Beobachtungen an der ganzen Menschheit beruht. Die Denker, die sogenannten Verstandsmenschen, welche bisher gewöhnlich philosophische Systeme aufstellten oder ausbildeten, waren nicht befähigt, jene Gefühle und Leidenschaften gehörig zu beurtheilen, die sie selbst nie oder doch wenigstens nicht in hohem Grade empfunden hatten; deshalb ist gewöhnlich der Theil ihrer Systeme am meisten naturgemäß, der sich mit den Gesetzen des Denkens beschäftigt, nicht aber der, der es mit einer Analyse der Gefühle zu thun hat. Ganz anders verfahren die Phrenologen, welche Menschen und menschliche Handlungen nicht nach dem eigenen Ich oder nach einem selbstgeschaffenen Ideal beurtheilen, sondern nach den allgemeinsten Erscheinungen des Lebens.

Noch kein deutscher Philosoph hatte z. B. eine einfache Grundkraft, der Kinderliebe entsprechend, als Theil oder als Eigenschaft einer (untheilbaren) Seele anerkannt, und wie wichtig, ja wie nothwendig erscheint uns doch eine solche Grundkraft, sobald wir sie einmal kennen. Nie würde allgemeines moralisches, religiöses oder ein ähnliches Gefühl im Stande sein, der Mutter diejenige Zärtlichkeit für kaum geborne Kinder einzuflößen, die zu deren sorglicher Pflege so nöthig ist, eine innige Zärtlichkeit für Kinder, die noch durch nichts unsere Sympathie zu erwecken vermögen, als eben dadurch, daß sie Kinder, oder daß sie unsere Kinder sind. — Wie unabhängig diese Grundkraft von allgemeiner Moralität ist, zeigt sich oft genug dadurch, daß die verworfensten Frauen zuweilen dieses Gefühl in hohem Grade zeigen, während im Uebrigen sehr edle manchmal weniger

davon bewegt werden. — Interessant ist dabei die Art, wie Gall die Kinderliebe als Organ entdeckte. Schon lange war ihm der große Unterschied zwischen den Köpfen der Männer und der Frauen in der hinteren Region aufgefallen; da aber noch kein besonderer Fall ihm vorlag, so wagte er auch noch keine bestimmte Deutung, bis endlich mitten in einer Vorlesung, die er zu Wien hielt, die Form eines Affenschädels ihm auffiel. Die bekannte große Jungenliebe der Affen brachte ihn auf den Gedanken, daß diese Region, welche sich auch bei den Frauenköpfen in der Regel so besonders hervorragend zeigt, wohl das Organ der Kinderliebe sein möge, welches uns antreibt, mit Zärtlichkeit für diese kleinen, unsere Hülfe so sehr bedürfenden Wesen zu sorgen. Der plötzlich gefaßte Gedanke ergriff ihn so lebhaft, daß er seine Vorlesung schließen mußte. Sogleich verglich er alle ihm zu Gebote stehenden Schädel und Kopfabgüsse. Diese und zahlreiche spätere Beobachtungen überzeugten ihn vollkommen von der Wahrheit jenes Gedankens, und wie die Köpfe der Frauen dieses Organ im Allgemeinen größer zeigen, als die der Männer, so ist auch ihre Zärtlichkeit gegen Kinder in der Regel viel größer.

Was ich hier beispielsweise von der Kinderliebe sagte, gilt noch von mehren anderen durch die Phrenologen bestimmten Grundkräften unseres Geistes, und auch sogar in Enthüllung der Gesetze des Denkens hat sich die Phrenologie so manches Verdienst erworben. So hat sie z. B. gezeigt, daß Auffassung, Gedächtniß und Imagination nicht besondere Grundkräfte der Seele sein können, sondern daß diese nur Modificationen der Thätigkeit einzelner Grundkräfte sind. Ein Beispiel, welches ich einer Abhandlung von Chenevix entlehne, wird das deutlicher machen. Man stelle dem Auge, dem Werkzeuge des äußeren Sinnes, welcher alles Sichtbare wahrnimmt, eine Reihe von Zahlen, z. B. 1, 2, 3, 4, 5, dar, und es wird zunächst diese Zahlenreihe sehen und dem Geiste mittheilen, wodurch dieser sie auffaßt. Zu dieser Operation ist keine große intellectuelle Fähigkeit nöthig, sie stellt den ersten, den einfachsten Act desjenigen Geistesvermögens dar, welches die Eindrücke der Zahlen empfängt. Bringt man nun die Werkzeuge des Sehens außer Thätigkeit, und bleiben noch Spuren

von dem Gesehenen zurück, so sind dies nicht Bilder auf der Netzhaut des Auges, sondern im Geiste (oder Hirn), und es gehört schon größere Anstrengung und höhere Fähigkeit dazu, sie wieder zurückzurufen, nachdem sie verschwunden sind, als sie aufzufassen, während sie vor uns stehen. Dies ist also eine zweite Operation der intellectuellen Thätigkeit und eine höhere, als die bloße Auffassung; es ist Gedächtniß, und daß das Gedächtniß in der Scala des Geistes über der Auffassung steht, ist einleuchtend, denn bei Idioten, bei Narren, selbst bei den niederen Thieren ist die Auffassung oft noch thätig, wenn das Gedächtniß schon erlischt. Man verlange nun von dem, welcher die Zahlen gesehen hat, daß er sie versetze, daß er sie nicht in der Ordnung 1, 2, 3, 4, 5, sondern in irgend einer anderen Reihenfolge wiederhole. Es ist klar, wenn sich der Gefragte derselben nicht mehr erinnerte, so würde diese Zumuthung ganz vergeblich sein; wäre er aber auch im Stande, sich dieselben in's Gedächtniß zurückzurufen, so ist doch wieder eine neue Anstrengung nöthig, um sie in eine andere Ordnung zu bringen, z. B. in die: 4, 2, 5, 1, 3, oder in irgend eine andere. Man mag sie verringern oder vermehren, subtrahiren, dividiren oder multipliciren, oder neue Combinationen hervorrufen, so viel man immer will, so ist es bei allen diesen Operationen nöthig, Alles, was geschieht, aus dem eigenen Geiste heraus zu spinnen. Auffassung sammelt die Materialien, Gedächtniß liefert sie von Neuem aus der Vorrathskammer zu Tage, aber alle die Gestalten, in welche es dieselben einkleidet, sind Combinationen, Erfindungen des eigenen Geistes, und den Act dieser Umformung nennen wir Imagination. — Nothwendig ist die Anstrengung des Geistes bei der Imagination größer, als beim Gedächtniß.

Daraus folgt denn also, daß der niederste Grad der Thätigkeit des Zahlenorgans die Auffassung einer Reihe von Zahlen ist; ein zweiter und höherer ist es, sich derselben zu erinnern; ein dritter und noch höherer, neue Zusammenstellungen, mathematische Operationen damit vorzunehmen. Ebenso verhält es sich mit dem Farbensinn, Tonsinn u. s. w., und ebenso erklären sich die Unterscheidungen von Gedächtniß für Worte (memoria verbalis) durch Wortsinn, Gedächtniß für Orte (me-

moria localis) durch Ortsinn, und Gedächtniß für Dinge (memoria realis) durch Sachsinn, welche zu unterscheiden schon die älteren Philosophen sich genöthigt sahen.

Worin aber eigentlich die besondere Thätigkeit, welche man Gedächtniß nennt, bestehe, bleibt uns noch ein Räthsel. Sind es dauernde Aenderungen der Substanz, die gewissermaßen zu künftigem Gebrauch deponirt werden? Einigermaßen läßt sich das Gedächtniß mit den Erscheinungen der Daguerre'schen und Moser'schen Lichtbilder vergleichen, die lange ungesehen auf Metall- oder Glastafeln vorhanden sein können und dann durch einen Hauch plötzlich zum Vorschein kommen. Bei dem, was wir gewöhnlich Imagination nennen, wirken wohl stets mehre Grundkräfte zusammen, wie denn überhaupt die Ausdrücke des gemeinen Lebens sich fast nie auf die isolirte Wirkung einer Grundkraft beziehen, eben weil eine solche im gewöhnlichen Leben fast nie beobachtet wird. Irgend eine Grundkraft herrscht bei unseren Gedanken und Handlungen mehr oder weniger vor, aber eine unbestimmte Anzahl anderer wirkt modificirend ein. Gerade dadurch wird es so schwer, den Ideengang und die Handlungen der Menschen im Voraus zu bestimmen, wenn wir auch das Verhältniß ihrer geistigen Grundkräfte ziemlich gut kennen und die Umstände wissen, in die sie versetzt werden. Doch liegt eine solche Vorausbestimmung nicht ganz außer den Grenzen der Möglichkeit, und darauf beruht z. Th. eine der wesentlichsten Eigenschaften großer Staatsmänner, daß sie, auch ohne Phrenologen zu sein, die Menschen zu nehmen wissen, wie sie sind, jeden an seinen passenden Platz stellen und überhaupt eine große praktische Kenntniß der Menschen und ihrer Natur in Anwendung bringen.

Auf die Unterschiede der Menschen im Großen und Kleinen, und auf ihre geschichtliche Entwickelung angewendet, muß, wie Sie selbst aus dieser kurzen Darstellung erkannt haben werden, die Phrenologie die lehrreichste Führerin sein. Sie begründet organisch den Unterschied nicht nur der Individuen, sondern auch der Nationen, und zeigt die Möglichkeit, ja die Nothwendigkeit ihrer Entwickelung. Sie zeigt, daß es wirklich eine Aristokratie der Geburt (angeborene Unterschiede) giebt, die nur nicht gerade immer zusammenfällt mit der des Wappens. Sie lehrt uns,

daß alle plötzlichen Aenderungen socialer Zustände für das Gemeinwohl gefährlich sind, weil das geistige Leben der Völker nicht über Nacht ein anderes werden kann.

Da aber immer höhere Entwickelung ein heiliges unvermeidliches Gesetz der Natur zu sein scheint, so sind die, welche sich ihr auch da mit äußerer Macht entgegenstemmen, wo sie sich als eine wahre und berechtigte zu erkennen giebt, die wahren Urheber gewaltsamer Revolutionen. Die Erfolge, die sie eine Zeit lang erreichen, werden die Ursachen gewaltiger Ueberstürzungen, und das einmal aufgeregte Streben der Völker geräth für die Dauer einer Revolution in Widerspruch mit dem naturgemäßen Ziel, welches der erlangte Grad der Organisation ihnen setzt, und welches einzuhalten die Bemühung aller Besonnenen sein sollte.

Auch die großen politischen Bewegungen folgen den allgemeinen Gesetzen der Natur.

Einundvierzigster Brief.

Rückblick.

Lichtenberg sagt: Wenn ein Sandkorn an der Küste von China in das Meer geworfen wird, so müßte zur höchsten Vollkommenheit gesteigerte Beobachtung die Wirkung davon an den Küsten der Ostsee wahrnehmen können.

Die Welt mit einem Blicke zu überschauen, ist dem Genius keines Sterblichen gewährt. Aber wenn wir Theil für Theil untersuchen, so finden wir überall, wo es uns gelingt, Ursache und Wirkung zu erkennen, auch Harmonie und Nothwendigkeit. Alles greift in einander, Nichts ist überflüssig. So gewinnt man nach und nach eine theilweise Anschauung, ein Ahnen des allgemeinen Zusammenhanges. Diese aber Ihnen mit wenig Worten zu gewähren, wenn Sie dieselbe nicht schon beim Lesen des Kosmos gewonnen haben, kann ich nicht unter-

nehmen, ich kann höchstens in dem Streben nach solcher Uebersicht Sie zu unterstützen versuchen.

Die Anziehung aller Materie, deren Gesetze wir erkannt haben, hat die Himmelskörper geballt, treibt sie durch den Raum und zwingt die kleineren, größere in elliptischen Bahnen zu umkreisen, von denen Licht und Wärme ihnen zustrahlen. Aber die Anziehung oder Gravitation allein reicht nicht aus, um die Bewegungen der Weltkörper zu erklären. Bloße Anziehung würde alles Körperliche um einen Punkt zu vereinigen streben. Wir brauchen, um die wirklichen Bewegungen der Himmelskörper zu deuten, noch eine andere weniger erkannte Kraft. Die eine ist nicht wunderbarer, als die andere, denn den Urgrund kennen wir von beiden nicht. Aber in ihrer allgemeinen Gesetzmäßigkeit und nach ihren nächsten Ursachen ist die Gravitation vollständiger erkannt, als jene treibende Ursache, jener erste Stoß, welcher die Weltkörper von ihren Fallrichtungen abgelenkt und in Bahnen gezwungen hat, deren Form das nothwendige Resultat dieser zwei Wirkungen ist. Wenn Sie auf vollkommene Uebereinstimmung Verzicht leisten wollen, so können Sie die Bahnen der Himmelskörper mit Pendelschwingungen vergleichen. Fände das Pendel keinen Widerstand in der Luft und am Aufhängungspunkte, so würde es, einmal angestoßen, nach den Gesetzen der Mechanik ewig fortschwingen. Das gewöhnliche Uhrpendel schwingt in einer Ebene, wenn Sie aber eine Kugel an einem Faden aufhängen, mit dem Faden aus der verticalen Richtung bewegen und nun ihr einen Anstoß geben, der nicht genau gegen die Verticalstellung derselben hin oder von ihr ab gerichtet ist, so schwingt sie eine Zeit lang um den Raum ihrer verticalen Stellung herum. Die Bahn, welche dabei die Kugel beschreibt, ist wegen der Hindernisse der Luft und des Aufhängepunktes allemal eine spiralförmige, immer enger werdende, so daß endlich die Kugel im Mittelpunkt, in der verticalen Stellung, zur Ruhe gelangt. Wären aber diese Hindernisse nicht vorhanden, so würde sie bei einem einzigen bestimmten Verhältniß von Stoßrichtung und Stärke eine kreisförmige sein, bei einer einzigen zweiten Stoßrichtung eine geradlinige, in allen anderen Fällen aber eine elliptische. Unter solchen Umständen ist es denn ganz natürlich, daß jene zwei spe-

ciellen Fälle aus der Reihe unendlich vieler nur höchst selten oder gar nicht vorkommen. Die factische Spiralform wird Sie nicht verhindern, die Wahrheit dieses Satzes im Versuch zu erkennen, denn die Spiralen, welche eine so aufgehangene Kugel beschreibt, sehen Kreisen, geraden Linien oder Ellipsen sehr ähnlich. Die Erde wirkt bei dieser Bewegung als Centralkörper, und die Unterschiede, welche zwischen ihr und der Bewegung der Himmelskörper stattfinden, sind nur folgende: Die Himmelskörper hängen nicht an Fäden über ihren Centralkörpern, sondern sie bewegen sich frei im Raume, der ihnen so gut als kein Hinderniß bietet, um dieselben, die nicht die Mittelpunkte, sondern stets einen der Brennpunkte der Ellipse einnehmen.

Die Substanz der Weltkörper außer der Erde ist uns unbekannt, wir kennen nur ihre Bewegung und urtheilen aus ihr auf ihre Dichtigkeit. Die einzigen außerirdischen, kosmischen Substanzen liefern die Meteorsteine, in denen bis jetzt nur auf der Erde bekannte Elemente aufgefunden worden sind.

Die Chemiker unterscheiden, wie Sie wissen, einfache Grundstoffe (Elemente) und aus ihnen zusammengesetzte Körper. Sie haben bis jetzt einige sechzig solche sogenannte Grundstoffe aufgefunden. Da aber der Natur der Sache nach täglich neue hinzukommen oder einige derselben als zusammengesetzt erkannt werden können, so bezeichnen diese Elemente eben nur den gegenwärtigen Zustand der Chemie. Es würde unverständig sein, sie als die wirklichen Grundstoffe der Erde oder der Welt zu betrachten. Der Speculation reichen schon zwei ihrem Wesen nach verschiedene Grundstoffe aus, um alle stofflichen Verschiedenheiten in der Welt zu erklären. Es lassen sich nämlich zwei Grundstoffe unter unendlich verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden denken, und jedes andere Verhältniß ihrer Verbindung kann nicht nur, sondern muß auch andere Eigenschaften besitzen, sobald die beiden Grundstoffe ihren Eigenschaften nach wirklich verschieden sind. Zur speculativen Construction aller Stoffverschiedenheiten sind also nur zwei grundverschiedene Stoffe nöthig. Deshalb aber nun sogleich annehmen zu wollen, daß es wirklich nur zwei wahre Grundstoffe gebe, würde ganz dem Verfahren der meisten sogenannten Naturphilosophen entsprechen. Was denkbar ist, ist noch nicht nothwendig und wirklich. Als

Naturforscher dürfen wir die Erfahrung nie weit überschreiten, was die Grundstoffe betrifft, müssen wir vielmehr bekennen, daß ihre wahre Zahl uns so unbekannt ist, als ihr Wesen. Das Streben, sie aufzufinden, hat uns aber bis jetzt einige sechzig Stoffe kennen gelehrt, die noch nicht weiter zerlegt werden konnten.

Bewegung und Erleuchtung sind die beiden Haupterscheinungen, die wir auch fern von der Erde durchforschen können. Sie zeigen in ihren Gesetzen überall Uebereinstimmung, obwohl das Licht der einzelnen Himmelskörper nicht ganz gleich ist.

Lassen Sie uns aber den Blick abwenden von den Schwindel erregenden Himmelsräumen, um auf der genauer bekannten Erde das Ineinandergreifen aller Dinge weiter zu verfolgen.

Daß die Erde die Sonne umkreist und sich täglich um ihre Are dreht, bringt uns den Wechsel der Zeiten und die mannichfaltig wechselnde Vertheilung von Wärme und Licht, welcher die Organisation der lebenden Geschöpfe unter allen Zonen entspricht. Ja dieser periodische Wechsel hat sich in den Organismen zum Lebensgesetz gestaltet. Allen Pflanzen und Thieren ist eine gewisse Periodicität eigen, welche ursprünglich von den Constellationen der Weltkörper ausgeht, und bei Versetzungen in andere Erdzonen nur allmälig überwunden und umgestaltet wird.

Eine Erde ohne Ekliptik würde Extreme des Klima's bieten, wie sie mit unserer Organisation und mit der der meisten Pflanzen und Thiere unverträglich ist.

Unser Planet besteht aus Stoffen, die bei der Temperatur, welche er gegenwärtig hat und welche durch die von der Sonne ausgehende Wärmestrahlung, trotz beständiger Wärmeausstrahlung in den Weltraum, constant bleibt, sich theils im festen, theils im flüssigen, theils im gasförmigen Zustande befinden. Auch das ist eine den Organismen der Erde durchaus nöthige Bedingung, oder eine Ursache ihres Seins.

Feste und gasförmige Bestandtheile der Erde überwiegen, so weit uns durch Beobachtung bekannt, die tropfbar flüssigen an Volumen, und schließen dieselben zwischen sich ein. Ist jedoch die Hypothese der Geologen richtig, so folgt unter der starren Kruste wieder ein flüssiger Kern oder wenigstens eine heißflüssige Region. Die festen Bestandtheile der Erde sind vorherrschend Erden und Metalle, die in den uns zugänglichen

Regionen flüssigen: Wasser (Sauerstoff und Wasserstoff), die gasförmigen: Luft (Sauerstoff und Stickstoff). Diese flüssigen Hüllen des wenigstens an seiner Oberfläche festen Erdkörpers würden sich in einem Zustande ewiger gegenseitiger Ruhe befinden, wenn nicht mehrere Ursachen, besonders aber die wechselnde und ungleich vertheilte Sonnenwärme sowie überhaupt die Stellungen des Mondes und der Sonne mancherlei Bewegungen in ihnen hervorriefen. Auch diese Bewegungen würden höchst einförmig sein, wenn nicht die Erdare gegen ihre Bahn geneigt, und die Grenzen des Festen gegen Wasser und Luft nicht so complicirt wären, als sie es sind. Daß sie aber so complicirt sind, ist offenbar wieder eine Folge der Schiefe der Ekliptik, wodurch jene Himmelskörper von Anfang an und während aller Bildungsprocesse wechselnd auf die einzelnen Oberflächentheile der Erde einwirkten. So bedingt immer Eines das Andere, die erste Abweichung von der Symmetrie alle anderen.

Eine ewige Bewegung und Veränderung herrscht in den verschiedenen Aggregatzuständen der Erde. Wellenförmige Schwingungen durchzittern beständig mit ungleicher Energie das ganze System derselben. Das Gesetz der Wellenbewegung scheint ein sehr allgemeines zu sein, nicht nur für Licht und Schall, für gasförmige und flüssige Substanzen, sondern auch für feste Körper gültig; aber für alle verschieden, was die Länge und Form der Wellen und die Schnelligkeit ihrer Fortpflanzung anlangt. Und wie jetzt, so auch in den ältesten Zeiten. Der flüchtige Lufthauch, der vor Millionen Jahren wehte und die Oberfläche des Wassers kräuselte, ist noch heute aus den wellenförmigen Schichtoberflächen mancher Sandsteine zu erkennen, die seine Wirkung verkörperten. Die ganze Erde wird durch diese ewigen Bewegungen einem großen Organismus entfernt vergleichbar, aber auch nur vergleichbar, denn ein wichtiger Unterschied darf nicht übersehen werden: die Gesetze dieser Bewegungen und Aenderungen der Erdbestandtheile sind uns bekannt, es sind sogenannte mechanische und chemische; die Gesetze der meisten Bewegungen und Aenderungen in den organischen Körpern dagegen suchen wir erst noch. Sie scheinen zum Theil wenigstens von den mechanischen und chemischen abzuweichen. Link sagt in seinen Propyläen: „Bewegung, sofern sie durch einen inneren

Grund bestimmt wird, heißt Leben.“ Dieser innere Grund ist es aber eben, den wir nur zum kleinsten Theile kennen.

Die Wärme ruft nicht nur Strömungen im Luft- und Wassermeer hervor, sondern sie ändert auch beständig einen Theil des Wassers in Gas (Dampf) um, welches dann unsichtbar oder als Dunst in Wolkengestalt, durch Strömungen der Luft über das Land geführt wird, wo es durch Wärmeentziehung wieder als Wasser niedergeschlagen wird, und nach den Gesetzen der Schwere in die großen Sammelbecken des Meeres abfließt, auf diese Weise einen beständigen Kreislauf vollbringend, und das trockene Land bewohnbar machend.

Wieder ist es besonders die ungleiche Erhebung des Landes, welche noch außer den allgemeinen Wärmeunterschieden eine ungleiche Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge bedingt, und ebenso bewirkt dieselbe (die ungleiche Erhebung) große klimatische Unterschiede in demselben Landstriche, weil die Luft beim Aufsteigen in höhere Regionen durch Ausdehnung abkühlt. Diese Unterschiede würden noch weit größer und für das organische Leben sehr unzuträglich sein, wenn sie nicht dadurch sehr ausgeglichen würden, daß die am festen oder flüssigen Boden erwärmte Luft, als dadurch schon dünner, stets aufstiege, während die kältere aus der Höhe niedersinkt. Dieser Wechsel muß, wie Sie sehen, sowohl die Wärme als die Kälte mäßigen. Aber fast nirgends kann man dieses nach einer sehr üblichen Bezeichnung wunderbare Ineinandergreifen vieler natürlicher Bedingungen zu einem uns Menschen vortheilhaften Resultate schöner verfolgen, als in dem Einflusse des Temperaturwechsels auf das ungesalzene Wasser. Es erreicht dieses, wie Sie wissen werden, schon bei + 3 Grad seine größte Dichtigkeit, und diese scheinbar unwichtige Abweichung von anderen Flüssigkeiten und selbst vom Meereswasser, welche mindestens bis zu ihrem Erstarrungspunkte durch Kälte stets dichter, also schwerer werden, wird sehr wichtig für alles organische Leben. Dieser kleine Umstand ist die Ursache, warum Teiche, Landseen und Flüsse bei uns im Winter nicht bis zu ihrem Boden erstarren, und warum ihre Eisdecke im Frühjahre weit leichter aufthaut, als außerdem der Fall sein würde. Würde das Wasser bis zu seinem Erstarrungspunkte immer dichter, so würde sich in allen Wasserbecken, wie

es bis zur Abkühlung auf + 3° wirklich der Fall ist, stets das kälteste auf den Boden senken, und die Eisbildung würde nothwendig, von da aus beginnend, sehr leicht das ganze Wasserbecken durchdringen. So aber sind die unter + 3° abgekühlten Wassertheilchen etwas leichter, als die von gerade 3° Wärme, sie bleiben deshalb an der Oberfläche und erstarren da zu einer Eisdecke, welche das darunter befindliche Wasser von 0 bis 3° Wärme gegen ferneres Abkühlen durch Verdunstung und Wärmeausstrahlung etwas schützt, so daß deshalb nach der ersten Eisdeckenbildung der fernere Abkühlungsproceß nur sehr langsam vorschreitet. Umgekehrt verhält es sich beim Aufthauen. Wäre das Wasser von 1° Wärme schwerer als das von 2 oder 3°, so würde es, wenn eine Eisoberfläche durch Sonnenbestrahlung zu thauen anfängt, nicht aufsteigen, sondern stets zunächst über dem Eise stehen bleiben, während die Oberfläche der dünnen Wasserschicht sich stark erwärmen und durch Verdunstung viel von dieser Wärme wieder verlieren könnte, ohne daß dadurch Eis aufgethaut würde. Auf diese Weise würde das Aufthauen der Eisdecke nur sehr langsam vorschreiten. Da aber durch das ausnahmsweise Verhalten alles Süßwassers, das Thauwasser von 1° Wärme über das von 2 oder 2½° aufsteigt, sich hier bis ziemlich 3° erwärmt und dann niedersinkt, um durch das vom Eis auf 0 oder 1° abgekühlte verdrängt zu werden, so wird durch diesen Kreislauf in der Wasserschicht über der Eisfläche der Proceß des Aufthauens außerordentlich befördert.

Diese ausnahmsweise Eigenschaft des Wassers, die als ein Beispiel mir werth schien, hier so viel darüber zu sagen, ist zwar nicht eine Ausnahme von Naturgesetzen, sondern selbst ein solches Gesetz, aber in der That von der Art, daß Viele geneigt sein werden, sie für den Ausfluß einer besonderen Fürsorge und Weisheit zu halten; doch scheint es mir in solchen Fällen allemal gerathener, mit Keppler zunächst eine gewöhnliche Lösung abzuwarten, da dem Naturforscher Wunder, in dem Sinne von Ausnahmen von den Naturgesetzen, oder auch nur als Begünstigung eines Theiles der Natur auf Kosten eines anderen, als solche ganz fremd sind.

Für die Erkenntniß der Wahrheit, um die es dem Naturforscher allein zu thun sein kann, ist es jedenfalls höchst gefähr-

lich, den Naturgesetzen bestimmte Zwecke unterzulegen. Man kann nicht behaupten, daß solche Zwecke absolut nicht existirten, aber es ist vermessen, wenn man behauptet sie zu erkennen. Ja es führt das gar oft direct zu dem Gegentheil von dem, was damit etwa beabsichtigt werden soll. Denn irgend eine neue Entdeckung wirft leicht die ganze vermeintliche Zweckmäßigkeit über den Haufen. Habe ich doch selbst mit angehört, daß ein Geistlicher das Moos (die Flechten) an den Obstbäumen für eine höchst weise und gütige Einrichtung der Natur erklärte, weil es dieselben gegen die Kälte schütze. Jeder gebildete Landwirth weiß aber, daß jene Flechten nur an kranken Bäumen üppig gedeihen.

Wir kennen noch wenig die Einflüsse des Diamagnetismus, des Magnetismus und der Elektricität auf die Zustände der Erde. Ohne Zweifel sind sie überall und zu jeder Zeit thätig, wie denn die chemische Verwandtschaft der Stoffe als mit ihrer Thätigkeit in Beziehung erkannt worden ist. Diese Verwandtschaft steht ihrerseits in vollster Harmonie mit den Gesetzen des organischen Lebens, oder das letztere mit ihnen. D. h. unter ihrer Vermittelung eignen sich die Organismen gewisse Stoffe an, während sie andere ausscheiden, ihren Körper stets regenerirend.

In diesem Sinne gleicht die Lebensthätigkeit der Thiere und Pflanzen sich gegenseitig aus, indem die einen vorzugsweise Kohlenstoff ausscheiden, die anderen solchen aufnehmen. In diesem Sinne ist es ferner, daß zu Entwickelung der inneren Wärme aller warmblütigen Thiere in den kalten Zonen viel größere Quantitäten kohlenstoffhaltiger Nahrung und Sauerstoff zu deren Oxydation (Verbrennung) nöthig sind, als zwischen den Wendekreisen, während gleichzeitig die größere Dichte der kalten Luft an den Polen mit jedem Athemzuge wirklich mehr Sauerstoff einathmen läßt, als am Aequator, und während zugleich die fetten kohlenstoffreichen Nahrungsmittel den Polarländern im Meere zugeführt werden.

Wenn wir nach diesen kurzen Andeutungen über das vielfache Ineinandergreifen der kosmischen und irdischen Verhältnisse noch einen flüchtigen Blick auf das Werden der Dinge zurückwerfen, so werde ich da zunächst an einen Ausspruch Bacon's erinnert: „Von der ersten Materie und ihrer Beschaffenheit und

Thätigkeit kann es in der Natur keine Ursache geben." Aber wo ist dann diese Ursache? — Sie liegt jedenfalls außerhalb der Sphäre unseres Erkennens. Wir finden noch jetzt in einigen Lichtnebeln des gestirnten Himmels vielleicht die ersten Zustände sich bildender Weltkörpersysteme, während daneben Miliarden schon fertige Welten sich gegenseitig umkreisen. Die Aethermassen ballen sich, eine unerkannte Ursache versetzt sie in kreisende Bewegung, sie schwingen nach ewigen Gesetzen sich abplattend um ihre Aren. Durch die Ballung freigewordene Wärme ausstrahlend, gehen sie in dichtere und festere Zustände über, selbst leuchtend oder nur erleuchtet. Mit den Gegensätzen von fest, flüssig und gasförmig wächst die Mannichfaltigkeit und das Streben nach Individualisirung von Einzelwesen, die einen um so höheren Grad individueller Vollkommenheiten erlangen, je mehr und je mannichfaltigere Einflüsse auf sie einwirkten. Die Oberfläche der Erde ist augenscheinlich immer mannichfaltiger gestaltet worden, und in Folge davon sind es auch die klimatischen Verhältnisse derselben und die sie bewohnenden Organismen. Größere Mannichfaltigkeit im Bau ist es, was wir höhere Organisation nennen. Diese muß nothwendig beständig zunehmen, da neben den Resultaten neuer Ereignisse stets auch die der frühern in gewissem Grade bleiben. Keines wird vollständig verwischt, und jedes frühere wirkt auch an sich schon auf das neue. Mannichfaltigkeit des Resultates ist somit eine nothwendige Folge vieler aufeinander folgender ungleicher Einwirkungen. Sehr deutlich zeigt sich dies in der Entwickelungsreihe der organischen Geschöpfe, aber diese ist offenbar nur ein Resultat der sogenannten physikalischen Zustände des Erdkörpers. In den Organismen sind die Eindrücke erblich, was die Eltern erlitten und erlebten, trägt sich auf die Organisation der Jungen über, und diese sammeln neue Erfahrungen für ihre Nachkommen, so enthält jede Generation in sich schon Folgen aller vorhergehenden Vorgänge. Die zuletzt entstandenen organischen Formen müssen darum die mannichfaltigsten, wie wir zu sagen pflegen, vollendetsten sein, und so ist der Mensch als endliches Resultat der ganzen Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers in gewissem Sinne ein Mikrokosmos. Er trägt diese Geschichte verkörpert in sich. Doch lassen Sie uns zurückkommen von diesen etwas ausschwei-

fenden Phantasien über die Vergangenheit und das Werden zu ähnlichen über die Gegenwart. Es ist nun einmal Bedürfniß des menschlichen Verstandes, selbst das nicht vollständig Erkannte seiner Kritik zu unterwerfen.

Die Natur regulirt sich selbst, jede Ausschweifung, jede extreme Entwickelung nach einer Seite hin, führt naturgesetzlich ein Gegengewicht im Gefolge. Ein Freund verglich mir das dem Kugelregulator an den Dampfmaschinen, durch dessen schnelleres Umschwingen die Ventile mehr und mehr geschlossen werden und den Gang langsamer machen. Ich denke, er hat Recht, in so weit überhaupt solche Vergleiche statthaft sind. — Durch Wärme verdunstet das Wasser, aber dabei wird Wärme gebunden und die Verdunstung vermindert. Die Pflanzendecke vermehrt die Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche und dadurch den Thau, den sie bedarf. Thier- oder Pflanzenarten, die sich zu stark vermehren, führen sehr bald ihre Feinde im Gefolge, welche die zu starke Vermehrung hindern. Wenn unser Auge zu viel Licht trifft, zieht der Schließmuskel der Pupille sich zusammen und mindert die Masse des einfallenden Lichtes. Tausende solcher Beispiele ließen sich aufzählen, aber diese mögen genügen.

Die in der Welt fast überall erkannte Zweckmäßigkeit ist sehr verschieden gedeutet worden. Einige sagen, sie sei ein unmittelbares Resultat und ein Beweis göttlicher Weisheit; Andere nennen sie ein nothwendiges Naturgesetz; noch Andere[29]) behaupten, in der Natur sei eben nur die allernothwendigste Zweckmäßigkeit zu finden, ohne die überhaupt nichts bestehen könne. Es sei nur ein Minimum von Zweckmäßigkeit, und was diese nicht erreichte, habe nicht entstehen, oder wenigstens nicht bestehen können. Was in der Welt ist, sei nur ein Ueberrest unendlich vieler Anfänge. Wenn dabei auf die ausgestorbenen fossilen Arten als mißlungene Versuche verwiesen wird, so zeugt das offenbar von einem gänzlichen Verkennen derselben, denn diese waren für ihre Zeit jedenfalls eben so zweckmäßig, als die jetzt lebenden. Ich muß Ihnen überhaupt gestehen, daß ich geneigt bin, keiner dieser Ansichten ganz beizupflichten. Mir scheint, daß den Umständen entsprechende Bildung und Umbildung, d. i. Vervollkommnung, ein allgemeines Naturgesetz ist. Etwas Unzweckmäßiges *entsteht* nie, es kann nur *gemacht*

werden, wie denn überhaupt nur die entsprechenden Bedingungen erst Neubildungen, und diese stets sich selbst entsprechend hervorrufen. Sehr oft legen wir in einseitiger Auffassung bestimmte Zwecke unter, wo gar nicht von solchen die Rede sein kann, ja man darf wohl eigentlich nie sagen, die Natur *verfolgt* die Zwecke, sie *erreicht* höchstens welche, d. h. wir nennen die Resultate *erreichte Zwecke*, während sie nur etwas *einfach Gewordenes* sind.

Namentlich dürfen wir wohl die Einrichtung der Himmelskörper, z. B. unserer Erde, nicht gerade nur von dem Standpunkte aus betrachten, als seien sie gemacht, um uns und unseren Mitgeschöpfen einen möglichst bequemen Wohnplatz vorzubereiten. Eine solche Anschauungsweise steht wieder in innigster Beziehung mit der stolzen Idee, daß der Mensch der Zweck der Schöpfung sei. Die Sache ist vielleicht umgekehrt, die Organismen entstanden, weil, wie und wo die Zustände des Planeten es erlaubten und bedingten.

Kant unterschied zuerst die objective Zweckmäßigkeit von der subjectiven, indem er zu der letzteren die Faßlichkeit der Gegenstände für den Begriff rechnete und davon ihre Schönheit ableitete. Die objective Zweckmäßigkeit theilte er in die formale (z. B. die Zweckmäßigkeit mathematischer Figuren) und in die materiale, bei welcher es auf ein Verhältniß von Ursache und Wirkung ankommt. Dieses Verhältniß kann nun auf eine doppelte Weise stattfinden, entweder die Wirkung ist als solche selbst Zweck, und diese Zweckmäßigkeit nennt *Kant* die innere, oder die Wirkung dient nur als Mittel zum zweckmäßigen Gebrauche anderer Ursachen, und diese nennt er die relative Zweckmäßigkeit. Diese ist es, welche so oft der Natur ganz fälschlich untergelegt, oder vergeblich in ihr gesucht wird. Der Schnee, sagt *Kant*, sichert die Saaten in kalten Ländern gegen den Frost, erleichtert die Gemeinschaft der Menschen durch Schlittenbahn, der Lappländer findet Rennthiere, welche die Schlitten ziehen können, von dürrem Moose leben und sich lenken lassen. Aber, setzt er hinzu, man sieht die Nothwendigkeit nicht ein, warum dort Menschen leben sollen. Und, kann man hinzufügen, warum hat die Natur in den libyschen Wüsten nicht ähnliche Einrichtungen getroffen, um sie bewohnbar zu machen? Ganz verschieden von dieser relativen Zweckmäßigkeit (sagt *Link*[28]) ist die

innere, welche wir an den organischen Geschöpfen bemerken. Hier ist es offenbar, daß die Augen zum Sehen, die Ohren zum Hören und die Füße zum Gehen dienen, und diese Zweckmäßigkeit hat einige Naturphilosophen verführt, auch über den organischen Körper hinaus zu gehen und der ganzen Natur eine solche Zweckmäßigkeit anzudichten. Ich meine aber auch bei der Zweckmäßigkeit in den Organismen darf man nie vergessen, daß man sie als etwas Gewordenes nicht genau mit der eines speciell voraus überdachten menschlichen Kunstwerkes vergleichen kann.

Es giebt eine Mystik oder Nachtseite der Naturwissenschaften, d. h. gewisse noch nicht verstandene Theile in denselben, und diese sind bisher gewöhnlich am meisten von den sogenannten Naturphilosophen ausgebeutet worden. Ich rede hier nicht von der speculativen Philosophie, durch welche sich Deutschland so vorzugsweise ausgezeichnet hat, vielleicht weil die praktischere Philosophie der Politik unmöglich war. Diese abstracte Philosophie hat als Denkübung Außerordentliches geleistet. Als ein der Beobachtung zugekehrter Naturforscher wage ich es nicht, den Meistern dieses Gebietes auch nur zu nahen. Wer, mit hellem Verstande ausgerüstet, sein ganzes Leben dem Denken widmet, wird unzweifelhaft ein großer Denker werden, und ich gestehe, daß ich dem rein speculativen Gedankengang eines Spinoza, Leibnitz, Kant, Fichte oder Hegel kaum zu folgen, vielweniger ihn zu beurtheilen vermag. Sobald aber diese Denker in das Gebiet der Naturforschung herüber greifen, dann fehlt ihnen gewöhnlich die sichere Grundlage der ausdauernden Beobachtung, und ihre Speculationen werden gar oft zu Faseleien. Das zeigt sich bei keinem deutlicher, als bei Schelling, der sich selbst den Schöpfer der Naturphilosophie nennt. Sein System versprach nichts weniger, als die ganze Natur ohne alle Hülfe der Erfahrungen, ohne Beobachtung und Versuch, nach bloßen Vernunftgründen nicht nur zu erklären, sondern auch darzustellen oder zu construiren. Ihm folgten mehr oder weniger Steffens, Oken und andere weniger bekannte Männer; ich kann gegen sie Alle nichts Besseres als Jordan[31]) sagen: „Die Welt begreifen zu wollen, indem man vom Gedanken ausgeht, heißt, ein Gebäude von der Spitze anstatt vom Fundament aus zu bauen anfangen; denn

das Denken ist keineswegs etwas Ursprüngliches, Erstes, ein Urquell, aus welchem alle Dinge hervorgehen, sondern gerade ein Ergebniß, und zwar das letzte, höchste Ergebniß, die Spitze der Naturentwickelung. Wer den Geist zum Vater aller Dinge macht, hat von vorn herein darauf verzichtet, ihn zu erkennen, seine Geburt und Entwickelung zu begreifen, denn er stellt ihn absichtlich in einen undurchsichtigen geheimnißvollen Hintergrund. Damit tritt sogleich ein vollständiger Zwiespalt ein zwischen dem Geistigen und Materiellen, ein Gegensatz zwischen Seele und Leib, dessen Versöhnung unmöglich ist, so lange man dem Gedanken das Recht der Erstgeburt oder vielmehr Ungeborenheit überläßt und mit Gewalt die Augen zukneift, um nicht zu bemerken, daß er in der That nichts ist, als das jüngste letztgeborene Kind der Materie, dem alle anderen vorausgegangen sein mußten, damit er zur Existenz kommen konnte." Verstehen Sie recht! es ist hier für uns nur vom Geist der Menschen und von seiner Anwendung auf die Erforschung der Natur die Rede.

Schon Aristoteles sagte: „Es ist nichts im Geiste, was er nicht durch die Sinne aufgenommen hat."

Von dem fernen Lichtnebel bis zum ausgebildeten Sonnensystem, von der einfachen organischen Zelle bis zum Menschen aufwärts ist nur eine Entwickelungsreihe, giebt es nur ein Gesetz, und beide spiegeln sich in der Hirnthätigkeit oder im Geist des Menschen.

Im Text sind nachstehende Schriften durch die hier vorangesetzten kleinen Zahlen citirt:

1) **Bessel**, Vorlesungen über wissenschaftliche Gegenstände. 1848.
2) **Carus**, Briefe über das Erdenleben. 1841.
3) **Plinius**, Historia naturalis I. 9. u. II. 59.
4) **v. Dalberg**, über Meteor-Cultus der Alten, vorzüglich in Bezug auf Steine, die vom Himmel gefallen. Heidelberg, 1811.
5) **Poggendorff**, Annalen der Physik und Chemie. B. 72. S. 159, 170 und 480, und Ergänzungsband II. S. 249.
6) Philosophical Magazine, 1847 p. 194, 1845 p. 1 u. 146.
7) **Berghaus**, physikalischer Atlas, und **C. Bromme**, Atlas zu Alex. v. Humboldt's Kosmos.
8) **Darwin**, naturhistorische Reisen, übersetzt von Dieffenbach. 1844, und Coral reefs. London, 1842.
9) **Fr. Hoffmann**, physikalische Geographie. 1837.
10) **v. Tschudi**, Peru. 1846. B. 2.
11) **Agassiz**, études sur les glaciers. 1840. Deutsch von Vogt, und Système glaciaire, ou recherches sur les Glaciers. Paris, 1847.
12) **v. Charpentier**, essai sur les glaciers. 1841.
13) **Forbes**, Travels through the Alps. 1843.
14) **v. Leonhard**, Geologie. B. V. S. 315.
15) **C. Vogt**, Ocean und Mittelmeer. 1848. B. II. S. 63.
16) **Esquiros**. Paris, 1848. B. I.
17) **Dove**, Temperaturtafeln. Berlin, 1848.
18) **Pöppig**, Reise in Chile und Peru.
19) **Schleiden**, die Pflanze und ihr Leben. Leipzig, 1848.
20) **Liebig**, Chemische Briefe. Heidelberg, 1844.
21) **Roßmäßler**, Anleitung zum Studium der Thier- und Pflanzenwelt. 1846.
22) **Linnaeus Martin**, Naturgeschichte des Menschen, übersetzt von Moritz und Thomae. 1844.
23) **Prichard**, researches into the Physical History of Mankind.
24) **Burmeister**, Geschichte der Schöpfung.
25) **Jeune**, über Schädelbildung zur festeren Begründung der Menschenrassen. Berlin, 1846.

26) Oefversigt af kongl. Vetuskaps-Akademiens förhandlingar. 1847. No. 1. S. 1.
27) Henne, Allgemeine Geschichte von der Urzeit bis auf die heutigen Tage. 1845.
28) Link, Propyläen der Naturkunde. I. 1836. S. 127 und II. 1839. S. 18.
29) Kooſen, der Streit des Naturgeſetzes mit dem Zweckbegriff in den phyſiſchen und hiſtoriſchen Wiſſenſchaften. Königsb., 1845.
30) Lindenſchmit, die Räthſel der Vorwelt. 1846.
31) W. Jordan in Wigand's Vierteljahresſchrift. B. I. 1844.
32) Noel, Grundzüge der Phrenologie. 1847.
33) Phrenological Journal. Vol. XI. p. 13. 1838.
34) Garnier, Psychologie. Paris, 1839.
35) Chenevix, über Geſchichte und Weſen der Phrenologie, überſ. von Cotta.
36) H. Cotta, der innere Bau der Gebirge. 1851.
37) Rink, phyſikaliſch geographiſche Beſchreibung von Nordgrönland, in De Danske Handelsdistrikter i Nordgrönland. 1852.
38) Colomb, preuve de l'existence d'anciens glaciers dans les vallées des Vosges. Paris, 1847.
39) Liais in Comptes rend. T. 37. p. 295.
40) Boué, Bullet. géol. 1848. V. p. 276.
41) S. 272 Monthly Notices of the R. Astron. Soc. XIII. N. 3, und Fechner's Centralblatt. 1853. N. 19. — S. 275 Clauſius in Poggendorff's Annalen. 1849. B. 76. S. 161 u. 188.
42) Oldham im Journ. of the geogr. Soc. V. p. 22.
43) A. und H. Schlagintweit, Unterſuchungen über die phyſikaliſche Geographie der Alpen. 1850 und 1854.
44) Poggendorff's Annalen. B. 77.
45) Ehrenberg, Mikrogeologie. 1855.
46) Moleſchott, Kreislauf des Lebens. 2te Aufl. 1855.
47) Forbes in Jameson's Journ. 1848. XLV. p. 175.
48) H. Hoffmann, Pflanzenverbreitung und Pflanzenwanderung. Darmſtadt, 1853.
49) Frankenheim, Völkerkunde oder Charakteriſtik und Phyſiologie der Völker. Breslau, 1852.
50) Brunet de Bresle, Examen critique. S. 305.

Index.

In diesen Index sind nicht nur die in den Briefen besprochenen Gegenstände möglichst vollständig aufgenommen, sondern auch die hauptsächlichsten der in dem ersten Theil des Kosmos behandelten; die Seitenzahlen des letzteren sind stets durch ein vorgesetztes K. bezeichnet. Außerdem erschien es zweckmäßig, einen Theil der im Kosmos, oder in den Briefen vorkommenden Fremdwörter und wissenschaftlichen Ausdrücke zu erläutern, und das ist in der Weise geschehen, daß entweder die Erläuterung möglichst kurz gefaßt hinter das Wort gesetzt wurde, oder daß man dieselbe durch die beigefügte Seitenzahl leicht zu finden vermag. Ist das auch für die meisten Leser unnöthig, so ist es doch vielleicht einigen willkommen.

Aberration (Abirrung), des Lichtes der Himmelskörper von der geraden Richtung.
Abkühlung des Erdkörpers 77, 130, 286, 292.
Abnorm 379.
Abnorme Gesteine 126.
Abplattung der Erde 62, 130.
Absolutes Gewicht 71.
Absorptionsvermögen, Auffaugungsvermögen, Aufnahmevermögen.
Abstammung der Menschen 353, 365.
Abstraction, begriffliche Absonderung, Verallgemeinerung.
Adel 367.
Aequivalente 120.
Aethiopier 354.
Aetzkalk, der Kohlensäure beraubter (gebrannter) Kalkstein.
Agentien, Thätigkeit ausübende, wirkende Substanzen.
Agglomerat, ein zusammengekittetes Gestein, K. 281.
Agglutination, Vereinigung, Verwachsung.
Aggregat, Anhäufung.
Aggregatzustand, Zustand der Körper, z. B. fest, flüssig, luftförmig.
Afficiren, einwirken.
Alfuru's 361.
Alluvialformationen 121.
Alpenkalkstein 123.
Alpenpflanzen 348.
Alter der Erde 316.
Alter des Menschengeschlechtes 364.
Alternanz, Wechsel, z. B. wenn zwei Gesteine immer wechselsweise über einander liegen.
Amerikaner 354.
Ammoniten 176.
Analogie, Aehnlichkeit.
Analyse, Zerlegung.
Analysis, Zerlegung bei mathematischen Operationen.
Angular, eckig, winkelig, mit Ecken versehen.

Anogen, dem negativen Sauerstoff entwickelnden (galvanischen) Pol entsprechend.
Anorganisch, so viel als unorganisch.
Antarctisch, dem Bär gegenüber, d. i. dem Südpol nahe.
Antheren, Staubfäden der Pflanzenblüthen.
Anziehung der Körper 71.
Apiocrinites 173.
Arabischer Stamm 358.
Araucarien 170.
Areal, Flächenraum.
Art (Species), die niederste Eintheilungsstufe der Naturkörper, z. B. Quarz ist eine Mineralart, das Pferd eine Thierart.
Artenbildung 165, 361.
Artesische Brunnen 239.
Asar 148.
Association, Verbindung.
Asteroiden 26.
Atmosphäre 262.
Atmosphärische Niederschläge 245.
Atom, ideales kleinstes selbstständiges Theilchen.
Atomistisch, von der Annahme bestimmter kleinster Körpertheilchen (Atome) ausgehend.
Attols 327.
Attraction, Anziehung.
Aeußere Planeten 26.
Aufbrechen der Milchstraße 17.
Auffassung 387.
Ausdehnung der Gletscher 257.
Auseinanderrücken der Sterne 17.
Ausstrahlung der Wärme 294.
Auswurfskegel 96.
Auswurfskrater 96.
Azoische Formationen 123.

Baculiten 143, 177.
Bäche 240.
Bären 194.
Bätylien 49.
Bandwurm 320, 336.
Barometer 270.
Basaltische Hebungen 146.
Base (Basis), Basen nennt man die elektropositiven Körper, welche eine besondere Neigung haben, sich mit elektronegativen, z. B. Säuren, zu verbinden. Der Ausdruck ist darum relativ, außer dem Sauerstoff kann jeder Körper als Base auftreten. Im Eisenoxyd ist z. B. Eisen die Basis, im Gyps Kalkerde.
Bau der Erde 114.
Bau der Gebirge 217.
Baumfarren 168.
Belemniten 175.
Berechtigung der Racen 367.
Beobachtungstiefen 60.
Beobachtung und Berechnung 32.
Bergbildung 205.
Bestandtheile der Meteorsteine 50.
Bestimmung des Gewichtes der Erde 42.
Beutelthiere 187.
Bewegung der Fixsterne 16, 56.
Bewegung der Himmelskörper 391.
Bewegung des Sonnensystemes 17.
Bewegungsart der Gletscher 254.
Bewegungsgesetze 28.
Bifurcation, Gabeltheilung der Flüsse, z. B. des Orinoko.
Bildung der festen Erdkruste 129.
Bildung der Gesteine 151.
Bildungsfähigkeit der Racen 366.
Blödsinn 381.
Blutregen 326.
Bodenwirkung 206, 209.
Brachiopoden 173.
Breitschädel 362.
Buntsandsteinformation 122.

Calamiten 167.
Calcul, Berechnung.
Cambrische Formation 122.
Capacität, Fähigkeit.
Carboniferous-System 123.
Causalzusammenhang, Zusammenhang von Ursache und Wirkung.
Celten 357.
Centralmassengebirge 219.
Centralsonne 16.
Centralvulkane 103.
Centrifugalkraft 34, 65.
Cephalopoden 175.
Ceratiten 176.
Cetaceen 188.
Chaotisch, bunt durcheinander, ungeordnet.
Chemische Gesetze 3.
Chemische Verwandtschaft 8.
Chemisch niedergeschlagene Gesteine 158.
Chinesischer Stamm 358.
Chromatisch, farbig.
Chronometrik (Zeitrechnung) der Erde, K. 284.
Cidarites 173.
Circulation des Wassers 234.
Cirrus 306.
Classe, eine Oberabtheilung in den drei Naturreichen; man unterscheidet z. B. die Classe der Säugethiere.
Clymenien 177.
Coërcitivkraft, die Kraft, welche der Trennung der beiden (angenommenen) magnetischen Fluida widersteht.
Cohäsion, Zusammenhalt.

Coincidenz, Zusammentreffen, Uebereinstimmung.
Columbische Race 355.
Combination, Vergleichung, Zusammensetzung.
Combinirender Verstand, vergleichender Verstand.
Cometen, s. Kometen.
Complication, Verwickelung.
Composition, Zusammensetzung.
Concaver Scheitel, z. B. der Isothermen-Curven, ist ein Bogen derselben gegen den Aequator.
Concentrisch, von einem Mittelpunkte abhängig, z. B. Kreise verschiedener Größe, die einen gemeinsamen Mittelpunkt haben.
Concretion, Verwachsung, Verdickung.
Condensation, Verdichtung.
Conglomerate 153.
Coniferen 170.
Constante, beständige Größe.
Construction, Bauart.
Contact, Punkt oder Fläche der Berührung, Zusammentreffen.
Contact-Phänomen, Erscheinung oder Wirkung des Zusammentreffens.
Contagien, durch Berührung ansteckende Stoffe.
Continentalklima 283.
Convergiren, zusammenlaufen, nach einem Punkt gerichtet sein.
Convexer Scheitel, z. B. isothermer Curven, ist ein Bogen dieser Linien gegen die Pole hin.
Craniosкopie 374.
Crinoideen 173.
Crustaceen 177.
Cumulus 306.
Cycadeen 169.

Davy's Hypothese 93.
Declination, Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden oder Süden, 79; K. 188.
Deprimirt, niedergedrückt, geschwächt.
Destillation, wenn man eine gemischte Flüssigkeit durch Verdunstung zerlegt, z. B. man destillirt den sich schneller verflüchtigenden Alkohol vom Wasser.
Devonformation 122.
Diamagnetismus 84.
Diaphanität der Luft 272.
Dichotomisch, gabelspaltig, z. B. Pflanzen, die sich stets in zwei gleich dicke Aeste zerspalten.
Dichtigkeit der Himmelskörper 33.
Dichtigkeit der Erde 70.
Dichtigkeit der Körper 30.
Dichtigkeitszunahme des Erdinnern 72.
Dicke der Atmosphäre 269.
Dickhäuter 188.
Dicotyledonen, Pflanzen mit zwei Samenlappen, wie z. B. die Bohnen, 143, 170, 171.
Didelphis 142.
Differenz, Verschiedenheit.
Diffus, zerstreut.
Diluvialformationen 121.
Diluvialzeit 147.
Dimension, Ausmessung.
Dinotherium 146, 190.
Diornis 164.
Disciplin, Lehrzweig, Wissenschaftszweig, K. 5.
Disharmonie, Nichtübereinstimmung.
Dodo 164.
Dogma, Lehrsatz.
Dogmatisch, schulgerecht, einer bestimmten Lehre gemäß.
Dolerit, ein aus Augit und Labrador gemengtes, dem Basalt ähnliches Gestein, K. 264.
Doppelsonnen 19.
Doppelsterne 19.
Dove's Drehungsgesetz 300.
Drachenbaum 350.
Drehungsgesetz der Winde 300.
Drehwage 73.
Dronte 164.
Dudu 164.
Dunkelmeer 326.
Dunst 302.
Durchsetzen, nennt man es, wenn eine bereits ausgefüllte Spalte (ein Gang) von einer neuen durchschnitten wird.
Durchsichtigkeit der Luft 272.
Dynamische Ansichten, aus der Kraftlehre hergeleitete Ansichten.

Ebbe und Fluth 227.
Echiniten 173.
Ecliptik, s. Ekliptik.
Eigenschwere der Erde 70.
Einheit des Menschengeschlechtes 353.
Einschalige Mollusken 174.
Eisbildung 279.
Eisfelder 257.
Eisschliff 259.
Eisschollentransport 203.
Ekliptik, die schräge Stellung der Erdaxe gegen die Erdbahn.
Elasmotherium 194.
Elektrisches Licht 88.
Elektrometer, Elektricitätsmesser.

Elemente 392.
Elephant 192.
Elie de Beaumont's Theorie 221.
Ellipse, als Form der Weltkörperbahnen.
Emissionsvermögen, Aussendungs- oder Ausstrahlungsvermögen.
Empirie oder Empirik, Erfahrung, unwissenschaftliche Belehrung durch bloße Erfahrung.
Empirisch, s. o.
Encriniten 173.
Encyklopädisch, übersichtlich, lehrkreismäßig.
Endmoränen 249.
Endogen, im Innern entstanden, aus dem Innern hervorgehend.
Endogene Gesteine 158.
Entfernung der Fixsterne 54.
Entstehung der Menschen 363.
Entstehung des Wassers 133.
Entstehung neuer Inseln 99.
Entwickelung des organischen Lebens 134.
Entwickelungsreihe des Organischen 316.
Eocän, hat Lyell die untersten Schichten der Molassegruppe genannt.
Eocenformation 121.
Epicykloide, ist eine Linie, welche ein Punkt eines Kreises beschreibt, den man um seinen Mittelpunkt dreht und gleichzeitig auf einer geraden oder krummen Linie schneller fortbewegt, als er, als Rad behandelt, durch seine Umdrehung darauf fortrollen würde.
Equisetaceen 166.
Erdbeben 103.
Erdkruste 58.
Erdwärme 74.
Erhebung der Bergketten 215.
Erhebungskegel 97.
Erhebungskrater 97.
Erhebungssysteme 223.
Erloschene Vulkane 98.
Erosionsthäler, Auswaschungsthäler.
Erratische Blöcke 148, 198.
Erschütterungsgebiete der Erdbeben 103.
Erstarrung der Erdkruste 130, 133.
Erster Anstoß 29.
Eruption der Vulkane 98.
Eruptionsgebirge 220.
Eruptionsgesteine 153.
Eruptivgesteine 126, 131, 153, 158.
Erwärmung des Erdkörpers 292.
Erzgänge 128, 161.
Etymologie, Wortforschung, Wortableitung.
Euphodit, ein dichter Porphyr, K. 263.
Evolutionsbildungen, Bildungen der Entwickelung.
Ewiger Schnee 247.
Excentrische Bahn, ist eine von der Kreisform abweichende Bahn.
Exogene Gesteine 158.
Exotisch, fremdländisch.
Expandiren, ausdehnen.
Experimentiren, Vorgänge der Natur künstlich herbeiführen oder nachahmen.
Explosion, durch plötzliche Verbrennung von Gasarten hervorgebrachte heftige Erschütterung oder Zerstörung.

Fährten von Saurier 179.
Falklands-Inseln 345.
Faltengebirge 218.
Farren 168.
Fauna, Thierwelt einer Gegend oder Zeit.
Felsarten 115.
Feuchtigkeitszustand der Luft 301.
Feuergarbe der Vulkane 102.
Feuerkugeln 23, 48.
Feuersäule der Vulkane 96.
Feuerspeiende Berge 95.
Fiction, Erdichtung, Phantasiegebilde, falsche Vorstellung.
Findlinge 199.
Firn 247.
Fische 178.
Fischsäugethiere 188.
Fischversteinerungen 139.
Fixsterne 15.
Flötzformationen 117.
Flötzgebirge 123.
Flora, Pflanzenwelt einer bestimmten Gegend oder Zeit.
Flüsse 240.
Flüssebildung 145.
Fluthhügel 227.
Fluth und Ebbe 227.
Fluth und Ebbe der Atmosphäre 271.
Foraminiferen 172.
Formation 119.
Formationsglied 119.
Form der Erde 61.
Fortpflanzung der Pflanzen und Thiere 335.
Fossil, durch Ausgrabung aufgefunden.
Frequenz, Häufigkeit.
Früherer Zustand der Erde 62.
Function, Verrichtung.

Gänge 128.
Gänseblümchen 346.
Gäodetisch, die Erdausmessung betreffend.
Gall's Lehre 370.
Galopagos-Inseln 344.
Gandecken 249.
Ganggesteine 116, 128.
Gasquellen 104.

Gattung (Genus), zweite Abtheilungsstufe der Mineralien, Pflanzen und Thiere; die Gattung zerfällt noch in Arten (Species).
Gebirge 215.
Gebirgshöhen 59.
Gebirgskettenerhebung 215.
Geburtsaristokratie 367.
Gedächtniß 387.
Geisire 107.
Geistesthätigkeit 369.
Generatio aequivoca 165, 319, 363.
Genetisch, aus der Entstehung abgeleitet.
Geologie 115.
Geologische Perioden 149.
Geognosie 114.
Geographie der Pflanzen und Thiere 337.
Geröllfluth 148.
Gesetze der Schwere 28.
Geschichte der Organismen 162.
Gestalt der Continente 204, 208.
Gestaltung des Landes 203.
Gesteine 115.
Gesteinsbildung 151.
Gesteinsgänge 128.
Gewicht 71.
Gewitter 305.
Geyser 107.
Geyserkegel 111.
Glaselektricität, durch Reiben von Glas entstehende positive Elektricität.
Gleichgewicht des organischen Lebens 333.
Gletscher 247.
Gletscherspuren 258.
Gletschertheorien 254.
Gletschertische 252.
Glimmerschiefer, ein aus Quarz und Glimmer bestehendes schieferiges Gestein.
Gneiß, ein aus Quarz, Glimmer und Feldspath bestehendes schieferiges Gestein.
Goniatiten 176.
Gradmessungen 65.
Graduation, Abstufung.
Gräcisiren, griechisch machen.
Grauwackenbildung 135.
Grauwackengruppe 122.
Gravitation 8.
Gravitiren, Schwere ausüben.
Grenzen der Beobachtung 19.
Grenzen der Forschung 13, 18.
Grünstein, ein aus Feldspath und Hornblende (oder Augit) gemengtes Gestein, K. 263.
Grundkräfte der Seele 372.
Grundstoffe 392.
Gruppe der Formationen 119.
Gut 378.
Habituell, durch Gewohnheit zu eigen gemacht.
Haidearten 347.
Hamiten 143, 177.
Harmonie, Uebereinstimmung.
Hebung des Landes 211.
Heiße Quellen 107, 239.
Heliometer, Sonnenmesser.
Helle Streifen der Mondoberfläche 41.
Hemisphäre, Halbkugel.
Heterogenität, Ungleichartigkeit.
Hilsformation 121.
Hippuriten 143, 172.
Hirnbildung 370.
Hirnentwickelung des Menschen 369.
Hirnorgane 372.
Hirnregionen 372.
Hirsche 193.
Hochschädel 362.
Hochseen 242.
Höhen der Gebirge 59.
Höhlen 147.
Höhlenbären 195.
Homogen, gleichartig.
Hottentotten 358.
Huerer 107.
Hunde 193.
Hyänen 194.
Hydrarchos 146.
Hydrographie, Wasserkunde, Beschreibung der Gewässer der Erde.
Hygrometer, Feuchtigkeitsmesser. Man bestimmt mit dessen Hülfe die Menge des als Dampf in der Luft befindlichen Wassers.
Hyperboräische Race 357.
Hypersthenfels, ein aus Hypersthen und Labrador gemengtes Gestein, K. 263.
Hypothesen, Wagesätze, unerwiesene Behauptungen.
Hypsometrisch, die Höhenmessung betreffend.

Japetische Race 355.
Ichthyosaurus 180.
Idioten, geistig verkrüppelte Menschen.
Imagination 387.
Immergrüne Laubhölzer 349.
Imponderabilien (imponderabele Stoffe), unwägbare Stoffe, wie z. B. Licht, Wärme, Elektricität u. s. w.
Inclinationslinien 81.
Indischer Stamm 358.
Inducirt, hervorgerufen, hergeleitet.
Induction, Herleitung, Folgerung, Schlußreihe.
Infiltration, Einseihung.
Inflexion, Beugung.

Infusorien 172, 322, 336.
Infusoriengesteine 156, 324.
Infusorienpanzer 324.
Injection, Einspritzung.
Innere Erdwärme 74.
Innere Planeten 26.
Innerer Bau der Erde 114.
Innerer Bau der Gebirge 217.
Insecten 178, 336.
Insel Ferdinandea 99.
Integumente, äußere Häute oder Hüllen der Pflanzen und Thiere.
Intelligenz 376.
Intensität des Magnetismus 82.
Intensität, innere Kraft, Stärke oder Anspannung, z. B. des Magnetismus, K. 187, 192.
Intensiv, durch innere Kraft stark.
Interferenz des Lichtes, Lichterscheinungen, welche durch das Zusammentreffen paralleler oder ziemlich paralleler Lichtstrahlen hervorgebracht werden. Sie verstärken oder schwächen sich je nach Zusammenpassen ihrer Wellen.
Intermittirend, periodisch, unterbrochen.
Interplanetar, in unser Sonnensystem gehörig.
Intumescenz, Aufschwellung, Geschwulst.
Invariabel, unveränderlich.
Iranier 361.
Ird und Irdreich, soviel als Mineral und Mineralreich 310.
Irrsterne 42.
Isochimenen 282.
Isodynamische Linien 82.
Isotheren 282.
Isothermen 281.
Itakolumit, ein dünngeschichtetes sandsteinartiges, biegsames Gestein, so genannt vom Berge Itakolumi in Brasilien.
Juraformation 121.
Juragruppe 121, 141.
Jurakalk 141.
Jurameer, Meer, in welchem die Juraformation abgelagert worden ist.

Kältepole 281.
Känozoisch 123.
Kaffern-Stamm 358.
Karpathensandstein 123.
Kategorie, der höchste Gattungsbegriff der Philosophie.
Katogen, dem positiven Ende der elektrochemischen Kette zugehörig.
Kaukasier 354.
Keeling-Inseln 340.
Keppler'sche Gesetze 29.
Kern der Kometen 44.
Kettengebirge 216.
Keuper 140.
Keuperformation 121.
Kieselguhr 157, 324.
Klima 276.
Klimaänderungen 285.
Klimatologie, Klimakunde, K. 340.
Knochenhöhlen 147.
Kohlenbildung 157.
Kohlengruppe 122.
Kohlenkalksteinformation 122.
Kohlensäure-Quellen 106.
Kohlenstoff 333.
Kometen 23, 42.
Kometenbahnen 43.
Korallen 172, 322, 326.
Korallenfelsen 326.
Koralleninseln 327.
Korallenkalksteine 327.
Korallenriffe 326.
Kosmisch, dem Weltraum angehörig.
Kosmisches Gewölk, K. 110.
Kosmos, K. 61, 80.
Kräfte 5.
Krater 96.
Krater des Mondes 41.
Krebs, ein Kokosnüsse fressender, 318.
Krebse 178.
Kreide 144, 156.
Kreideformation 121.
Kreidegruppe 121, 143.
Kreisende Erderschütterungen, K. 212.
Kreislauf der Stoffe 334.
Kreislauf des Wassers 234.
Krokodile 186.
Krustenbildung der Erde 130, 133.
Kryptogamische Gewächse, Pflanzen mit unsichtbaren Geschlechtswerkzeugen, z. B. Farrenkräuter, 171.
Krystalle 310.
Krystallinische Massengesteine 125.
Krystallinische Schiefergesteine 124, 158.
Küstengestalt, K. 308.
Küstenklima, K. 346.
Küstenvulkane, K. 253.
Kupferschiefer 138.

Ladung, z. B. elektrische, soviel als Spannung.
Lagerung der Gesteine 115.
Landseen 149.
Langar 107.
Langschädel 362.
Laubholzzone 349.
Lauf der Flüsse 241.
Laven 153.

Lebenskraft 9.
Lias 141.
Liasformation 121.
Leiter, z. B. der Wärme, der Elektricität, nennt man einen Körper, der diese Wirkungen leicht durch sich fortpflanzt.
Leitmuscheln, nennt man die für gewisse Formationen oder Gesteinschichten besonders charakteristischen versteinerten Muscheln, 198.
Leitversteinerungen 198.
Leydodendra 167.
Leuchten des Meeres 89.
Leuchten der Weltkörper 89.
Libration des Mondes, ist die Schwankung desselben, durch welche es möglich wird, etwas mehr als die Hälfte seiner Oberfläche von der Erde aus zu sehen, K. 194.
Lichtabsorption, Lichtaufnahme, Auffaugung.
Licht der Kometen 47.
Lichtlücken am Himmel 16.
Lignit, fossiles Holz in noch brennbarem Zustande, K. 297.
Liquidum, Flüssigkeit.
Litoral, Küstengebiet.
Local, örtlich.
Locale Klimate, K. 352.
Lößformation 148.
Luft 262.
Luftdruck 270.
Luftfarbe 275.
Luftströmungen 296.
Lycopodien 167.

Magnetische Meridiane 79.
Magnetische Pole der Erde 79.
Magnetischer Aequator 81.
Magnetismus der Erde 78.
Malayen 354.
Manie 381.
Manito 191.
Massenanziehung 8.
Massengebirge 216.
Massengesteine 116, 125.
Mastodon 190.
Maximum, das Größte, Aeußerste.
Mechanische Gesetze 3.
Mechanisch niedergeschlagene Gesteine 158.
Medium, soviel als Substanz.
Meer 242.
Meere des Mondes 41.
Meeresleuchten 89.
Meeresströmungen 244.
Meerestiefen 59.
Meerwasser 243.
Megaceros 193.
Megalonyx 190.
Megalosaurus 184.
Megatherium 189.
Melanischer Stamm 358.
Melaphyr, ein vorzugsweise aus Pyroxen bestehendes Gestein, auch schwarzer Porphyr oder Augitporphyr genannt, K. 264.
Mensch 320, 352.
Menschengeschlecht 149.
Menschenracen 354.
Mesozoisch 123.
Metamorphische Gesteine 124, 158.
Metamorphose, Umwandlung.
Meteorsteine 23, 48.
Meteorsteinfall bei Braunau 51.
Miascit, ein granitähnliches Gestein am Ural, K. 264.
Miasmen, schädliche Luftarten, K. 334.
Milchstraße 17, 22.
Milchstraßensystem 17.
Mineralien 310.
Mineralgänge 161, 128.
Mineralquellen 239.
Minimum, Geringstes.
Miocenformation 121.
Missurium 192.
Mittelmoränen 249.
Mittlere Planeten 26.
Mofetten, Gasquellen, K. 226.
Molassebecken 145.
Molassegebilde 144.
Molassegruppe 121.
Molecul, kleinstes Theilchen, Atom, K. 67.
Molecularbewegung, unsichtbare Bewegung solcher kleinster Theilchen.
Mollusken 174.
Monas 325.
Mond 36.
Mondatmosphäre 38.
Mondbahn 36, 69.
Mondgebirge 40.
Mondoberfläche 38.
Mond und Wetter 290.
Mongolen 354.
Monocotyledone Gewächse, Pflanzen, welche mit einem Samenlappen keimen, wie die Gräser.
Monocotyledone Pflanzen 169, 171.
Monomanie 381.
Moränen 249.
Moränenblöcke 260.
Moralische Gefühle 376.
Morphologie, Formenlehre.
Mosasaurus 184.
Motiv, Beweggrund, Antrieb.
Muschelkalk 140.
Muschelkalkformation 121.

Muscheln 174.
Mylodon 189.
Myriaden, eine Unzahl.

Nadelholzbäume 170.
Nadelholzzone 348.
Natürliche Familien, natürliche Abtheilungen der Thiere oder Pflanzen.
Naturgenuß 1.
Naturkraft 7.
Naturphilosophie 401.
Naturphilosophische Auffassung 10.
Nautilen 177.
Nebel 245, 302.
Nebel der Kometen 44.
Nebelflecke 16.
Nebelringe 16.
Nebenplaneten 23.
Negativ, verneinend, wird aber auch als polarer Gegensatz von positiv gebraucht.
Neger 354.
Neigung der Nadel 81.
Neocomformation oder Neocomien, Gesteinsschichten zwischen Kreide- und Juragruppe, 121.
Neptun 26.
Neptunische Ablagerungen 117.
Neptunische Ansichten 152.
Neptunischer Stamm 358.
Neptunisten 152.
Neueste Bildungen 121.
Neuropteris 169.
New-red-Sandstone 123.
Newton's Fluththeorie 228.
Nilpferd 192.
Nordische Geschiebe 201.
Nordlichter 80, 85.
Nordlichtperioden 87.
Normal 379.
November-Phänomen, reichlicher Sternschnuppenfall in den Nächten zwischen dem 12. und 14. November, K. 130.
Nummuliten 172.
Nutation, Neigung, insbesondere das Schwanken der Neigung der Erdaxe, welches gegen 18 Winkelminuten beträgt und Zeiträume von 18 Jahren 7 1/2 Monaten einhält.

Objectiv, gegenständlich, wenn man von sich absieht, Gegensatz von subjectiv.
Obstbaumzone 349.
Occidentalischer Stamm 360.
Ochsen 194.
Old red-Sandstone 123.
Oolithgruppe 123.
Ordnung, Abtheilung im Steins-, Pflanzen- und Thierreich. Die Ordnung enthält in sich Familien, diese Gattungen, diese Arten. Mehre Ordnungen bilden eine Classe.
Organisches Leben 184, 397.
Orographie, Gebirgsbeschreibung.
Ort der Menschenentstehung 369.
Orthis 174.
Orthoceratiten 135.
Oscillationen, Schwankungen.
Oscilliren, hin- und herschwanken.
Osteologisch, die Knochenlehre betreffend.
Oxydiren nennt man es, wenn irgend eine Substanz, besonders ein Metall sich mit Sauerstoff (Oxygen) verbindet, z. B. wenn Eisen rostet.

Pachydermen 188.
Paläontologie, Versteinerungslehre.
Paläozoische Formationen 123.
Palmenzone 350.
Papu's 361.
Parallactischer Winkel, Winkel der Parallaxe 14.
Parallaxe 20.
Parallaxe der Fixsterne 54.
Parallelformationen 120.
Parallelisirung der Formationen 120.
Partiell, theilweise.
Partieller Wahnsinn 382.
Passagepunkt, Durchgangspunkt der Sterne.
Passatstaub 326.
Passatwinde 299.
Patagonischer Stamm 358.
Pecopteris 169.
Pendelschwingungen 67.
Perihelium, Sonnenhöhe.
Perioden der Erdbildung 149.
Perioden der Nordlichter 87.
Permanent, beständig, immer bleibend.
Permisches System 123.
Perpetuirlich, ununterbrochen.
Petridelauniſche Fluth, Geröllfluth, Steine tragende Fluth, 146.
Perturbation, Störung.
Pferde 194.
Pflanzen 308.
Pflanzen und Thiere 333.
Pflanzenvertheilung, geologische, 171.
Pflanzenwanderung 347.
Pflanzenzonen 348.
Phänomen, Erscheinung.
Phanerogamen, Pflanzen mit deutlichen Blüthen.
Phasen, verschiedene Ansichten, z. B. die des Mondes.
Philosophie 386.

Phonolith, ein dichtes basaltähnliches, aber schieferiges Gestein, K. 264.
Phrenologie 370.
Physische Processe, natürliche Vorgänge.
Physiologie, Naturlehre belebter Körper.
Phytogene Gesteine 158.
Pic von Teyde 350.
Pläner 144.
Planetarischer Ring 49.
Planeten 23.
Planetenentdeckungen 24.
Planetoiden 26.
Plesiosaurus 183.
Pliocenformation 121.
Plutonisch 152.
Plutonische Gesteine 126, 158.
Poikilitic-System 123.
Polarisation der Kometen 45.
Polarisation des Lichtes 47.
Polariskop, Instrument um die Polarisation des Lichtes zu messen.
Polarität, die ausgesprochene Entgegensetzung zweier Richtungen.
Polarlichter 85.
Polirschiefer 325.
Polythalamien 172, 323.
Positiv, bejahend, wird aber auch als polarer Gegensatz von negativ gebraucht.
Prämissen, Vordersätze.
Primitiv, ursprünglich.
Prismatischer Doppelspath, eine Art Kalkspath.
Problem, Aufgabe (noch zu lösende).
Productus 174.
Prognathischer Stamm 360.
Progression, gleichmäßige Zu- oder Abnahme in einer Reihe.
Prolegomena, Vorbemerkungen.
Prometheisch, vom Prometheus hergeleitet.
Proportionen, Verhältnisse.
Psychisch, seelisch.
Psychrometer, Feuchtigkeitsmesser.
Protozoische Formationen 123.
Psaronius 169.
Pterodactylus 185.
Pyrosomen, leuchtende Thiere.

Quaderformation 121.
Quadersandstein 144.
Qualitativ, die Besonderheit des Gehaltes betreffend.
Quantitativ, die Größe der Masse betreffend.
Quaternärformationen 123.
Quellenbildung 237.

Racen 354.
Radackinseln 341.
Raubthiere 194.
Rauch 302.
Reaction, Rückwirkung.
Reflectiren, zurückwerfen, nachdenken.
Reflexion, Zurückwerfung, z. B. des Lichtes.
Regen 245, 302.
Regenmenge 304.
Reibungsbreccien 161.
Reibungsconglomerate 161.
Reihe der Flötzformationen 121.
Reihenvulkane 103.
Resinöse Elektricität, Harzelektricität, die z. B. durch Reiben des Bernsteins entsteht und der positiven Glaselektricität entgegengesetzt ist, deshalb auch negativ genannt wird.
Reproductionsorgane, Wiedererzeugungsorgane, Geschlechtstheile.
Reptilien 179.
Ringgebirge des Mondes 41.
Rhinoceros 192, 195.
Riesenfaulthier 189.
Riesenhirsch 164, 193.
Riesenvögel 164, 166.
Rillen der Mondoberfläche 41.
Ringinseln 327.
Romanzoff-Insel 342.
Rotation, Umdrehung.
Rotationsaxe, Drehungsaxe.
Rotationsebene, Umdrehungsebene, K. 98.
Rotationssphäroid, eine durch Umdrehung um eine Axe abgeplattete Kugel, 62; K. 171.
Rotationsstrom, K. 326.
Rother Schnee 323, 326.
Rothliegendes 122, 138.
Rückblick 391.
Ruhezustand der Vulkane 97.

Sächsische Schweiz 206.
Säugethiere 142, 187.
Sahlbänder, nennt man das, was zunächst an den Spaltenwänden der Gänge (Spaltenausfüllungen) liegt.
Salzgebirge 123.
Sauerstoff 833.
Sauerstoff der Luft 264.
Saurier 140, 179.
Schädelbildung 370.
Schädellehre 370.
Schädliche Insecten 336.
Schallfortpflanzung durch die Luft 275.
Schematismus, Vorbildung, ideale Vorbildung.
Schichtgesteine 116.
Schiefergesteine 116, 124.
Schlammgehalt der Flüsse 240.
Schlecht 378.
Schlüsse aus der Gestalt der Erde 63.

Schnecken 174.
Schnee 245, 302.
Schneelinie 279.
Schwankungen der magnetischen Kraft 79.
Schweif der Kometen 44.
Schwere 30.
Schwere der Körper 71.
Schwerpunkt, nennt man den Punkt eines Körpers, in welchem der Wirkung nach seine ganze Schwere concentrirt ist, der z. B. jedenfalls unterstützt sein muß, wenn der Körper nicht fallen soll. Bei einer durch und durch gleichartigen Kugel fällt der Schwerpunkt allemal mit dem Mittelpunkt zusammen. Wenn aber z. B. die eine Hälfte der Kugel aus Blei, die andere aus Holz besteht, so fällt jedenfalls der Schwerpunkt der ganzen Kugel in die Bleihälfte hinein.
Schwerpunkt, der Länder K. 319.
Schwungkraft 34.
Scythische Race 355.
Secular, Jahrhunderte umfassenden Perioden angehörig.
Secundärformationen 123.
Sedimentärgesteine 117, 158.
Sedimentgesteine 153.
Seeklima 283.
Seekuh 164.
Seesterne 173.
Seeigel 173.
Segment, Abschnitt.
Seitenmoränen 249.
Selenitisch, mondlich, dem Mond angehörig.
Senkung des Landes 211.
Sepien 175.
Siderisch, den gestirnten Himmel betreffend, himmlisch im physischen Sinne.
Sigillarien 137.
Silurformation 122.
Sindfluth 196.
Skandinaviens Hebung 213.
Skorpione 178.
Solarisch-lunar, von Sonne und Mond abhängig.
Solidarisch, gegenseitig.
Sonnensystem 17, 23.
Species (Art), die unterste Eintheilungsstufe der Mineralien, Pflanzen und Thiere, z. B. der Löwe ist eine Thierspecies, der Tiger eine andere Species, die aber beide einer Gattung (Genus) angehören.
Specifisches Gewicht, Eigenschwere der Körper im Vergleich zu ihrer Raumausdehnung; man pflegt in der Regel bei festen Körpern ihr specifisches Gewicht mit dem des Wassers zu vergleichen und sagt z. B.: das specifische Gewicht eines Körpers ist gleich 0,5 (1/2) oder gleich 2, wenn ein bestimmtes Volumen desselben halb so schwer oder noch einmal so schwer ist als ein gleiches Volumen Wasser. 71.
Speculation ist der Gegensatz von Empirie, s. d.
Sphäre, Kugel; auch bildlich gebraucht, Wirkungskreis, Region.
Sphenopteris 169.
Spiralen, nennt man zwei Arten krummer Linien. Einmal die, welche der Axe eines Fadens entsprechen, den man in einer Ebene um sich selbst aufgewickelt hat (ebene Spirale); dann aber auch die den Gewinden der Schrauben entsprechenden (aufsteigenden Spiralen), sie können rechts oder links gewunden sein.
Spiralbildung der Pflanzen 312.
Spiriser 174.
Sporaden, zerstreut liegende (z. B. Inseln).
Sporadisch, vereinzelt.
Staarsteine 169.
Stabilität, Beständigkeit, Gleichmäßigkeit.
Steinkohlenbildung 137.
Steinkohlenformation 122.
Stern-Aichung 15.
Sterngruppirung 14.
Sternhaufen 15.
Sternlinsen 15.
Sternschnuppen 23, 48.
Sternzahl 16.
Stigmarien 137.
Stoffe 5.
Stoffwechsel 334.
Strahlenbrechung 38.
Stratus 306.
Streichrichtung, Horizontalerstreckung einer geneigten Ebene.
Strom des heiligen Laurentius, K. 130.
Strömungen des Meeres 244.
Stromgebiete 241.
Sturm 262.
Stylasteriden 173.
Subjectiv, persönlich, von dem Ich ausgehend und auf dasselbe bezüglich (Gegensatz von objectiv).
Sublimation, Verflüchtigung und Festwerden aus Dämpfen, K. 259.
Sublimiren, aus Dampfform fest werden.
Subtilität, Genauigkeit, Feinheit des Verfahrens.
Syenit, ein krystallinisches Gemenge aus Feldspath und Hornblende, K. 261.
Symbolisirend, versinnlichend, sinnbildlich darstellend.
System 110.

Tägliche Schwankungen der Nadel 80.
Tangentialkraft, Kraft, welche in tangentialer Richtung wirkt, wie die sogenannte Centrifugalkraft, die eigentlich gar nicht eine besondere Kraft ist.
Teleosaurus 186.
Teleskopisch, nur durch ein Fernrohr sichtbar.
Tellurisch, die Erde betreffend.
Temperatur der Erdoberfläche 276.
Temperatur des Weltraumes 130.
Tenuität, Dünnheit, Grad der Ausdehnung.
Terebratula 174.
Terrain 119.
Terra incognita, unbekanntes Land, auch bildlich: unbekanntes Gebiet.
Tertiärformationen 144.
Tertiärgruppe 121.
Thau 302.
Theorie des Erdmagnetismus 82.
Theorie und Praxis 32.
Thermalquellen, Quellen von hoher Temperatur.
Thermen, warme Quellen.
Thermisch, warm, von Wärme abhängig.
Thermomagnetisch, durch Wärme magnetisch.
Thermometer, diese sind für wissenschaftliche Zwecke gewöhnlich nach Celsius, d. h. in 100 Grade zwischen Thau- und Siedepunkt eingetheilt, man nennt das auch die Centesimaleintheilung (C.). Im gewöhnlichen Leben findet man aber bei uns sehr oft die Reaumur'sche (R.) und in England die Fahrenheit'sche (F.) Eintheilung. Diese verhalten sich so zu einander:

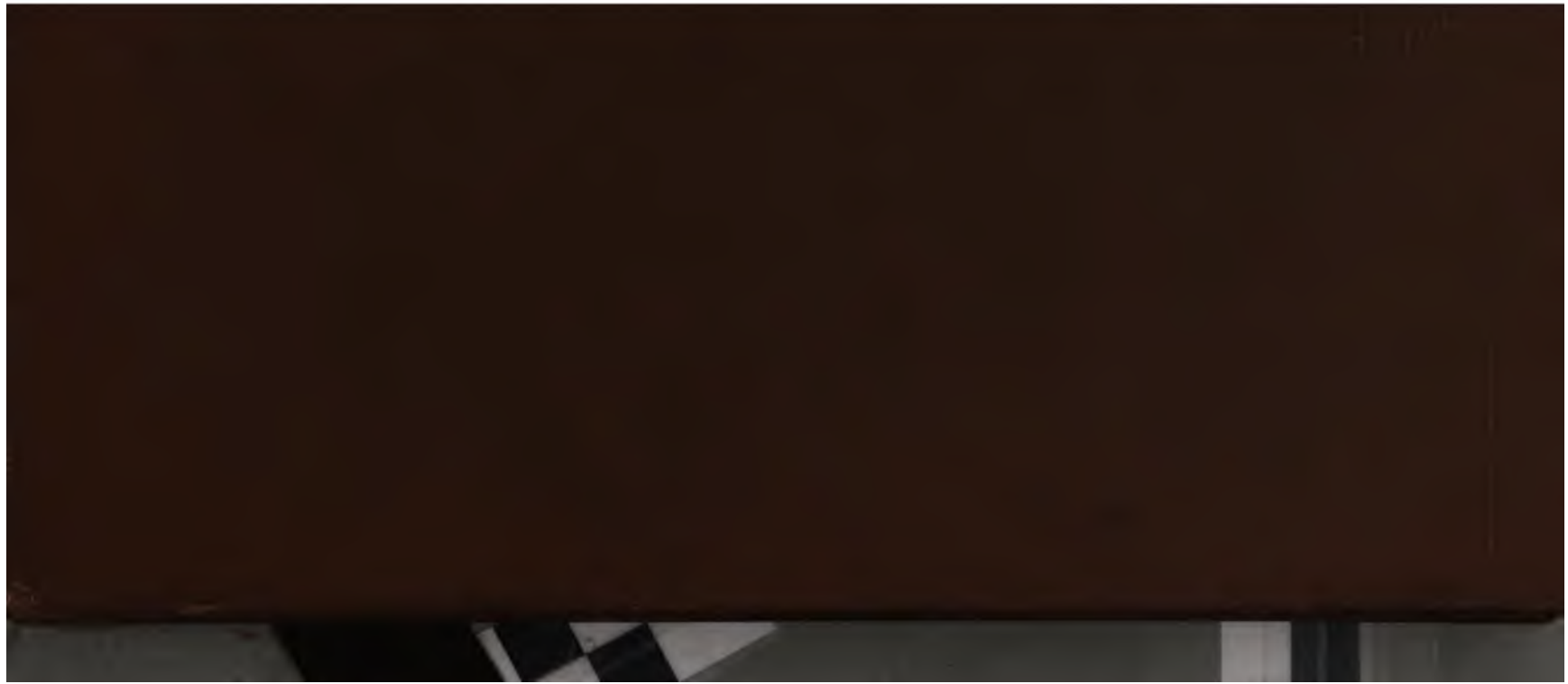
C.	R.	F.	
100	80	212	
95	76	203	Unter 0 Grad ist das
90	72	194	Verhältniß natürlich das-
85	68	185	selbe, nur daß die Fah-
80	64	176	renheit'sche Skala bei
75	60	167	ziemlich genau — 16° C.
70	56	158	oder — 12,8° R. erst
65	52	149	ihren Nullpunkt erreicht.
60	48	140	
55	44	131	
50	40	122	
45	36	113	
40	32	104	
35	28	95	
30	24	86	
25	20	77	
20	16	68	
15	12	59	
10	8	50	
5	4	41	
0	0	32	

Thermoskop, Instrument, durch welches man sehr kleine Wärmeunterschiede beobachten kann. Gewöhnlich benutzt man dazu die Erzeugung der Elektricität durch Wärme.
Thiere 308.
Thiere der Jurazeit 181.
Thierische Triebe 376.
Tiefseen 242.
Topographisch, was die genaue Beschreibung oder Darstellung einer Gegend betrifft.
Trabanten 23.
Trachyt, ist ein hauptsächlich aus glasigem Feldspath bestehendes krystallinisches Gestein. K. 264.
Traditionell, nur durch mündliche Nachrichten bekannt.
Translation, Fortbewegung.
Translatorisch, von der Fortbewegung abhängig, vorübergehend.
Trapez, eine unregelmäßig vierseitige Figur.
Travertino, eine Art Kalktuff, K. 260, 266.
Triasgruppe 121, 140.
Trilobiten 135, 177.
Tropenland, Erdzone zwischen den Wendekreisen.
Trümmergestein, ein aus Bruchstücken zusammengekittetes Gestein, K. 281.
Tubicaulis 169.
Tuffbildungen 161.
Turanier 361.
Turriliten 177.
Typen, charakteristische Formen. Grundformen.

Uebergangsgebirge 123.
Ueberwiegende Wirkungen 12.
Umgewandelte Gesteine 153, 158.
Umlaufszeiten der Doppelsterne 21.
Undulation, Wellenbewegung.
Unregelmäßige Schwankungen der Nadel 80.
Uranologisch, soviel als siderisch, s. d.
Urgebirge 123, 131.
Urgesteine 131.
Ursus spelaeus 195.
Urzeugung 319.

Variation, Veränderung, Abweichung.
Vegetations-Epochen, K. 293.
Verbreitung der Pflanzen und Thiere 338, 347.
Verbreitungscentra 346.
Verbreitungsflächen 346.
Verbreitungszeiten 346.
Verdunstung des Wassers 245.
Versteinerungen 162.
Vertheilung der Niederschläge 246.
Vertheilung der Vulkane 103.

Vier Elemente 165.
Visionsradien, Sehlinien, Gesichtslinien.
Vögel 140, 186.
Vogesensandstein 123.
Voltzien 170.
Vorrücken der Gletscher 248, 251.
Vorwelt 167.
Vulkane des Mondes 41.
Vulkane, erloschene, 98.
Vulkangruppen 103.
Vulkanisch 152.
Vulkanische Gesteine 126, 158.
Vulkanische Gewitter, K. 243.
Vulkanische Thätigkeit 93.
Vulkanische Tuffe 161.
Vulkanisten 152.

Wärmeäquator 281.
Wärmebewegung im Erdinnern, K. 181.
Wärme der Erde 74.
Wärmeentbindung, Freiwerden von gebundener (latenter, unwahrnehmbarer) Wärme. So wird z. B. Wärme frei, wenn man Luft zusammenpreßt.
Wärme und Kälte 76.
Wärmezonen 338.
Wärmezunahme im Erdinnern 76.
Wässerige Meteore 301.
Wahlenberg's Reich 348.
Wahlverwandtschaft 3.
Wahnsinn 381.
Wallfische 188.
Warme Quellen 239.
Wasserbildung 133.
Wasserdampf 301, 312.
Wasserwechsel 202, 204.
Weiße Färbung des Meeres 92.
Weiße Race 355.
Wellenbewegung 394.
Weltäther 22.
Weltbau 22.
Weltinseln 18.
Weltmeer 242.
Wetter 288.
Wetterregeln 289.
Wiege des Menschengeschlechtes, K. 381.
Wieldenformation 121, 143.
Wiener Sandstein 123.
Winde 296.
Wirkung des Wassers 134.
Wirkungen der Körper 7.
Wolken 302.
Wolkenbildung 303.
Wolkenformen 306.
Wolkenhöhen 306.

Zahme Vögel 345.
Zechsteinformation 122, 138.
Zenith, höchster Punkt des Himmels, Scheitelpunkt; eine Linie, welche wir uns vom Mittelpunkte der Erde durch unseren Standpunkt in den Weltraum verlängert denken, durchschneidet den Zenith.
Zone der Alpenpflanzen 348.
Zone der immergrünen Laubhölzer 349.
Zone der Moose und Flechten 348.
Zone der Nadelhölzer 348.
Zone der niederen Gebüsche 348.
Zone der Palmen 350.
Zone der sommergrünen Laubhölzer 349.
Zonenvertheilung der Pflanzen u. Thiere 346.
Zoogene Gesteine 158.
Zoophyten 322, 326.
Zodiakallicht 23.
Zweckmäßigkeit 396.
Zweischalige Muscheln 174.